



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102326065 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201080008341. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 03. 03

G01M 99/00 (2011. 01)

(30) 优先权数据

E02F 9/26 (2006. 01)

2009-071120 2009. 03. 24 JP

F04B 49/10 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 周群

2011. 08. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/053470 2010. 03. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/110021 JA 2010. 09. 30

(73) 专利权人 日立建机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 铃木英明 古野义纪 西畑淳

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈伟

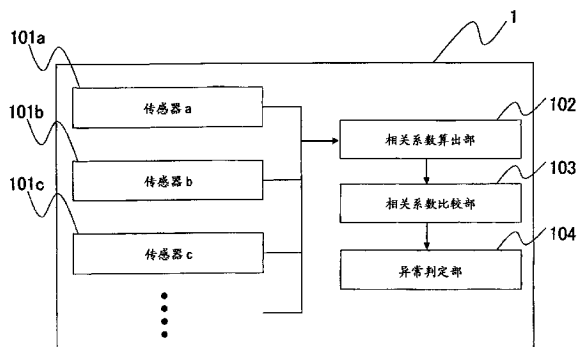
权利要求书3页 说明书14页 附图27页

(54) 发明名称

工程机械的异常检测装置

(57) 摘要

本发明提供一种工程机械的异常检测装置，其能够根据多个传感器信息的关系推定工程机械的发动机以及泵等的机构部位的异常，从而能够将机械的故障防患于未然。通过相关系数算出部(102)根据由多个传感器(101)得到的时间序列的传感器值算出相互的相关系数，通过相关系数比较部(103)对该相关系数彼此进行比较并算出各相关系数与其他的相关系数的差异的程度，通过异常判定部(104)，在算出的差异的程度超过预定的值的情况下，作出在与对应的传感器相关联的部位存在异常的判定。



1. 一种工程机械的异常检测装置,具有多个传感器机构,所述多个传感器机构分别配置在工程机械的多个部位并对多个关联的物理状态进行检测,并输出多个传感器信息,其特征在于,具有:

相关系数算出机构,将从所述多个传感器机构输出的多个传感器信息输入并生成与所述多个传感器机构对应的多个传感器信息的每一个的于规定期间的时间序列的物理状态信息,相对于所述多个传感器信息的每一个的时间序列的物理状态信息,算出时间序列的物理状态信息间的多个相关系数;

相关系数比较机构,对通过该相关系数算出机构算出的多个相关系数彼此进行比较,并算出所述多个相关系数分别与其他的相关系数的差异的程度;

异常判定机构,在通过该相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构关联的部位上存在异常的判定。

2. 如权利要求 1 所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述多个传感器机构是对作为所述多个关联的物理状态的、三个以上的相同的物理状态进行检测的三个以上的传感器机构,

所述相关系数算出机构将从所述三个以上的传感器机构输出的三个以上的传感器信息输入,并生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息,根据所述三个以上的时间序列的物理状态信息算出所述多个相关系数。

3. 如权利要求 1 所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述多个传感器机构是对作为所述多个关联的物理状态的、两个以上的关联地变化的物理状态进行检测的两个以上的传感器机构,

所述相关系数算出机构将从所述两个以上的传感器机构输出的两个以上的传感器信息在不相同的三个以上的期间的每一个内输入,并针对每个传感器机构生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息,根据每个所述传感器机构的三个以上的时间序列的物理状态信息算出所述多个相关系数。

4. 如权利要求 1 ~ 3 的任一项所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述相关系数比较机构对由所述相关系数算出机构算出的多个相关系数分别求出所述多个相关系数间的标准化的偏差,并根据该标准化的偏差算出所述差异的程度。

5. 如权利要求 1 ~ 3 的任一项所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述相关系数比较机构根据由所述相关系数算出机构算出的多个相关系数利用其平均值和标准偏差求出所述多个相关系数间的标准化的偏差,根据该标准化的偏差的绝对值确定作为异常信息标记的相关比较值,合计该相关比较值并算出表示所述差异的程度的值。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述工程机械具有多个液压泵,

所述多个传感器机构包括分别配置在所述多个液压泵上并对所述多个液压泵的压力进行检测并输出压力信息的多个压力传感器,

所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的相关系数的压力传感器相关联的液压泵中存在异常的判定。

7. 如权利要求 6 所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

具有：

检测该工程机械的操作信息的操作信息检测机构；

根据该操作信息对各液压泵的动作状态进行判定的液压泵动作判定机构，

所述相关系数算出机构根据所述动作判定机构的判定结果，仅利用正在动作的液压泵的压力信息算出所述相关系数。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的工程机械的异常检测装置，其特征在于：

所述工程机械具有配置有多个汽缸的发动机，

所述多个传感器机构包括分别配置在所述发动机的多个汽缸上并对所述多个汽缸的温度进行检测并输出温度信息的多个温度传感器，

所述异常判定机构，在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下，作出在与对应的温度传感器相关联的汽缸中存在异常的判定。

9. 如权利要求 8 所述的工程机械的异常检测装置，其特征在于：

具有检测所述发动机的发动机转速的转速检测机构，

所述相关系数算出机构仅利用通过所述转速检测机构检测的所述发动机转速在规定的值以上的情况下的该温度信息算出所述相关系数。

10. 如权利要求 1 或 3 所述的工程机械的异常检测装置，其特征在于：

所述工程机械具有：

发动机；

液压泵，其通过所述发动机而被驱动，汲取油箱内的工作油并喷出；

液压执行器，从所述液压泵喷出的工作油经由控制阀而供给至该液压执行器，且该液压执行器通过该工作油而被驱动；

工作油冷却装置，其对从所述液压执行器经由所述控制阀回到油箱的工作油进行冷却，

所述工作油冷却装置具有：

配置在工作油返回的路径上，对所述工作油进行冷却的工作油冷却器；

对所述工作油冷却器进行冷却的冷却风扇，

所述多个传感器机构包括：

检测外气温度的第一温度传感器；

检测所述油箱内的工作油的温度的第二温度传感器；

对所述工作油冷却器的入口侧的工作油的温度进行检测的第三温度传感器；

对所述工作油冷却器的出口侧的工作油的温度进行检测的第四温度传感器，

所述异常判定机构，在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下，作出在与对应的温度传感器相关联的所述工作油冷却装置的部位存在异常的判定。

11. 如权利要求 1 或 3 所述的工程机械的异常检测装置，其特征在于：

所述工程机械具有：

发动机；

发动机油冷却系统，该发动机油冷却系统具有：油泵，该油泵通过所述发动机而被驱动，将油盘内的发动机油汲取并喷出且使其在发动机内循环；油冷却器，该油冷却器配置在于所述发动机内循环的发动机油回到所述油盘的路径上，对所述发动机油进行冷却，

冷却水冷却系统,该冷却水冷却系统具有:水套,其对所述油冷却器进行冷却;水泵,其通过所述发动机而被驱动,并将冷却水供给至所述水套;散热器,其配置在通过所述水套的冷却水返回所述水泵的路径上,对所述冷却水进行冷却;冷却风扇,其通过所述发动机而被驱动,对所述散热器进行冷却,

所述多个传感器机构包括:

对所述发动机的发动机转速进行检测的转速传感器;

对从所述油泵喷出的发动机油的压力进行检测的第一压力传感器;

对从所述水泵喷出的冷却水的压力进行检测的第二压力传感器,

所述相关系数算出机构对从所述转速传感器输出的发动机转速信息和从所述第一以及第二压力传感器输出的压力信息的每一个与其他的的信息的相关系数进行计算,

所述相关系数比较机构对由所述相关系数算出机构算出的相关系数彼此进行比较并算出差异的程度,

所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构相关联的设备中存在异常的判定。

12. 如权利要求 1 或 3 所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

所述工程机械具有:

发动机;

发动机油冷却系统,该发动机油冷却系统具有:油泵,该油泵通过所述发动机而被驱动,将油盘内的发动机油汲取并喷出且使其在发动机内循环;油冷却器,该油冷却器配置在于所述发动机内循环的发动机油回到所述油盘的路径上,对所述发动机油进行冷却,

冷却水冷却系统,该冷却水冷却系统具有:水套,其对所述油冷却器进行冷却;水泵,其通过所述发动机而被驱动,并将冷却水供给至所述水套;散热器,其配置在通过所述水套的冷却水返回所述水泵的路径上,对所述冷却水进行冷却;冷却风扇,其通过所述发动机而被驱动,对所述散热器进行冷却,

所述多个传感器机构包括:

对所述发动机油的温度进行检测的第一温度传感器;

检测所述冷却水的温度的第二温度传感器;

所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在所述发动机油冷却系统以及所述冷却水冷却系统中的、与对应的温度传感器相关联的系统中存在异常的判定。

13. 如权利要求 1 ~ 3 的任一项所述的工程机械的异常检测装置,其特征在于:

具有相对比算出机构和相对比比较机构,来替代所述相关系数算出机构以及相关系数比较机构,所述相对比算出机构相对于所述多个传感器信息的各自的时间序列的物理状态信息,算出时间序列的物理状态信息间的多个相对比;相对比比较机构对由该相对比算出机构算出的相对比彼此进行比较并算出所述多个相对值分别与其他相对值的差异的程度,

所述异常判定机构,在由该相对比比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构相关联的部位存在异常的判定。

## 工程机械的异常检测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及对液压挖掘机等的工程机械的异常进行检测的异常检测装置。

### 背景技术

[0002] 在矿山等处运转的大型液压挖掘机等的工程机械中,存在要求一天 24 小时几乎不停止地连续运转 365 天的情况,需要在异常停止前通过预先维护作业而将设备保持为万无一失的状态。一般地,专门的维护员通过定期的检查作业实施检查,对是否存在异常部位进行调查,并且,在发现异常的情况下,通过进行必要的维护作业而维持良好的设备状态。然而,为实施检查维护作业会产生将设备停止的需要,因此,对于欲使设备连续运转的运用者来说,只要设备状态良好,检查维护作业对于运用来说就会成为妨碍。

[0003] 因此,开发了一种使用各种传感器来测定机械的状态、并对是否存在异常进行监视的异常诊断技术。借助诊断技术在故障停止前检测异常,并尽早进行维护对策,由此,将设备的故障防患于未然的预防维护受到重视。

[0004] 另一方面,对于用于异常诊断的诊断运算法则的开发,虽然机械制造者一直锐意研究但由于运算法则开发的难度,存在无法进行适当的判定的案例。难以进行适当的判定的理由在于,进行运算法则开发时的实验环境与利用机械的用户所处的使用环境以及运用方式不同。

[0005] 对此,做出了根据实际环境上的计测结果来进行判定的发明。例如在专利文献 1 中,算出配置在发动机的汽缸中的温度传感器的输出的平均化温度,若与平均化温度的差异为一定以上,则作出汽缸 的异常的判定。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献 1 :日本特开平 3-290046 号公报

[0008] 但是,在面向矿山的液压挖掘机等搭载有大型的发动机的机械中,由于配置有发动机的冷却机构,所以在汽缸间存在温度差,在近年的发动机控制中,为了降低耗油,进行当不需要马力时使发动机的单汽缸排休止这一复杂的控制。在这样的状况下,以平均化温度为基准会导致误检测。另外,液压泵的控制根据操作者的操作来进行,但其控制复杂,需要使用与用于发动机的控制的异常的判定方法不同的其他的判定方法。

### 发明内容

[0009] 本发明是鉴于以上的问题而做出的,其目的在于提供一种工程机械的异常检测装置,能够根据多个传感器信息的关系推定工程机械的发动机以及泵等的机构部位的异常,并能够将机械的故障防患于未然。

[0010] 为实现上述目的,本发明的工程机械的异常检测装置,具有多个传感器机构,所述多个传感器机构分别配置在工程机械的多个部位并对多个关联的物理状态进行检测,并输出多个传感器信息,其特征在于,具有 :相关系数算出机构,将从所述多个传感器机构输出的多个传感器信息输入并生成与所述多个传感器机构对应的多个传感器信息的每一个的

于规定期间的物理状态信息,相对于所述多个传感器信息的每一个的时间序列的物理状态信息,算出时间序列的物理状态信息间的多个相关系数;相关系数比较机构,对通过该相关系数算出机构算出的多个相关系数彼此进行比较,并算出所述多个相关系数各自与其他的相关系数的差异的程度;异常判定机构,在通过该相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构关联的部位上存在异常的判定。

[0011] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述多个传感器机构是对作为所述多个关联的物理状态的、三个以上的相同的物理状态进行检测的三个以上的传感器机构,所述相关系数算出机构输入从所述三个以上的传感器机构输出的三个以上的传感器信息,并按每个传感器生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息,根据每个所述传感器机构的三个以上的时间序列的物理状态信息算出所述多个相关系数。

[0012] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述多个传感器机构是对作为所述多个关联的物理状态的、两个以上的关联地变化的物理状态进行检测的两个以上的传感器机构,所述相关系数算出机构将从所述两个以上的传感器机构输出的两个以上的传感器信息在三个以上的不同期间的每一个内输入,并针对每个传感器机构生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息,根据每个所述传感器机构的三个以上的时间序列的物理状态信息算出所述多个相关系数。

[0013] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述相关系数比较机构对由所述相关系数算出机构算出的多个相关系数分别求出所述多个相关系数间的标准化的偏差,根据该标准化的偏差算出所述差异的程度。

[0014] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述相关系数比较机构根据由所述相关系数算出机构算出的多个相关系数利用其平均值和标准偏差求出所述多个相关系数间的标准化的偏差,根据该标准化的偏差的绝对值确定作为异常信息标记的相关比较值,合计该相关比较值并算出表示所述差异的程度的值。

[0015] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述工程机械具有多个液压泵,所述多个传感器机构包括分别配置在所述多个液压泵上并对所述多个液压泵的压力进行检测并输出压力信息的多个压力传感器,所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的相关系数的压力传感器相关联的液压泵中存在异常的判定。

[0016] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:具有:检测该工程机械的操作信息的信息检测机构;根据该操作信息对各液压泵的动作状态进行判定的液压泵动作判定机构,所述相关系数算出机构根据所述动作判定机构的判定结果,仅利用正在动作的液压泵的压力信息算出所述相关系数。

[0017] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述工程机械具有配置有多个汽缸的发动机,所述多个传感器机构包括分别配置在所述发动机的多个汽缸上并对所述多个汽缸的温度进行检测、输出温度信息的多个温度传感器,所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的温度传感器相关联的汽缸中存在异常的判定。

[0018] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:具有检测所述发动机的发动机转速的

转速检测机构,所述相关系数算出机构仅利用通过所述转速检测机构检测的所述发动机转速在规定的值以上的情况下的该温度信息算出所述相关系数。

[0019] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述工程机械具有:发动机;液压泵,其通过所述发动机而被驱动,汲取油箱内的工作油并喷出;液压执行器,从所述液压泵喷出的工作油经由控制阀而供给至该液压执行器,且该液压执行器通过该工作油而被驱动;工作油冷却装置,其对从所述液压执行器经由所述控制阀回到油箱的工作油进行冷却,所述工作油冷却装置具有:配置在工作油返回的路径上,对所述工作油进行冷却的工作油冷却器;对所述工作油冷却器进行冷却的冷却风扇,所述多个传感器机构包括:检测外气温度的第一温度传感器;检测所述油箱内的工作油的温度的第二温度传感器;对所述工作油冷却器的入口侧的工作油的温度进行检测的第三温度传感器;对所述工作油冷却器的出口侧的工作油的温度进行检测的第四温度传感器,所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的温度传感器相关联的所述作动冷却装置的部位存在异常的判定。

[0020] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于:所述工程机械具有:发动机;发动机油冷却系统,该发动机油冷却系统具有:油泵,该油泵通过所述发动机而被驱动,将油盘内的发动机油汲取并喷出且使其在发动机内循环;油冷却器,该油冷却器配置在于所述发动机内循环的发动机油回到所述油盘的路径上,对所述工作油进行冷却,冷却水冷却系统,该冷却水冷却系统具有:水套,其对所述油冷却器进行冷却;水泵,其通过所述发动机而被驱动,并将冷却水供给至所述水套;散热器,其配置在通过所述水套的冷却水返回所述水泵的路径上,对所述冷却水进行冷却;冷却风扇,其通过所述发动机而被驱动,对所述散热器进行冷却,所述多个传感器机构包括:对所述发动机的发动机转速进行检测的转速传感器;对从所述油泵喷出的发动机油的压力进行检测的第一压力传感器;对从所述水泵喷出的冷却水的压力进行检测的第二压力传感器,所述相关系数算出机构对从所述转速传感器输出的发动机转速信息和从所述第一以及第二压力传感器输出的压力信息的每一个与其他的的信息的相关系数进行计算,所述相关系数比较机构对通过所述相关系数算出机构算出的相关系数彼此进行比较并算出差异的程度,所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构相关联的设备中存在异常的判定。

[0021] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于,具有:所述发动机油冷却系统和所述冷却水冷却系统,所述多个传感器机构包括:对所述发动机油的温度进行检测的第一温度传感器;检测所述冷却水的温度的第二温度传感器;所述异常判定机构,在由所述相关系数比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在所述发动机油冷却系统以及所述冷却水冷却系统中的、与对应的温度传感器相关联的系统中存在异常的判定。

[0022] 另外,本发明的异常检测装置,其特征在于,具有相对比算出机构和相对比比较机构,来替代所述相关系数算出机构以及相关系数比较机构,所述相对比算出机构相对于所述多个传感器信息的各自的时间序列的物理状态信息,算出时间序列的物理状态信息间的多个相对比;相对比比较机构,其对由该相对比算出机构算出的相对比彼此进行比较并算出所述多个相对值分别与其他相对值的差异的程度,所述异常判定机构,在由该相对比比较机构算出的差异的程度超过预定的值的情况下,作出在与对应的传感器机构相关联的

部位存在异常的判定。

[0023] 发明的效果

[0024] 本发明的异常检测装置,根据发动机以及液压泵等的机构部位的控制状态并通过从多个温度传感器或压力传感器等的传感器机构得到的传感器信息的相关系数的比较信息进行异常检测,所以,无需预先根据计测数据算出与工程机械的状态相应的判定阈值以及学习值,所以,在工程机械的不同的使用环境以及运用方式中,能够通过同一判定方法对机械进行适当地判定,将机械的故障防患于未然。

## 附图说明

[0025] 图 1 是表示本发明的异常检测装置的系统整体的构成图的图。

[0026] 图 2 是表示适用了本发明的工程机械即液压挖掘机的整体构成的图。

[0027] 图 3 是表示适用了本发明的工程机械(液压挖掘机)的液压系统的图。

[0028] 图 4 是本发明的实施例 1 的异常检测装置的系统整体的构成图,是将图 1 的传感器置换成泵体排放口压力传感器的图。

[0029] 图 5 是表示在实施例 1 中对正常的状态的泵压力进行计测的结果的图。

[0030] 图 6 是表示在实施例 1 中对正常的状态下的相关系数进行计算的结果的图。

[0031] 图 7 是表示与实施例 1 的液压泵的正常时的相关系数对应的标准化的偏差的图。

[0032] 图 8 是表示在实施例 1 的正常的状态下的相关系数比较部的输出的图。

[0033] 图 9 是表示在实施例 1 中对发生异常时的泵压力进行计测的结果的图。

[0034] 图 10 是表示在实施例 1 中对发生异常时的相关系数进行计算的结果的图。

[0035] 图 11 是表示与实施例 10 的液压泵的异常时的相关系数对应的标准化的偏差的图。

[0036] 图 12 是表示实施例 1 中发生异常时的相关系数比较部的输出的图。

[0037] 图 13 是本发明的实施例 2 的系统整体的构成图。

[0038] 图 14 是本发明的实施例 3 的系统整体的构成图。

[0039] 图 15 是表示实施例 3 的发动机汽缸温度的图。

[0040] 图 16 是表示实施例 3 中发生异常时的对相关系数进行计算的结果的图。

[0041] 图 17 是表示实施例 3 中发生异常时的相关系数比较部的输出的图。

[0042] 图 18 是本发明的实施例 4 的系统整体的构成图。

[0043] 图 19 是本发明的实施例 5 的系统整体的构成图。

[0044] 图 20 是表示在实施例 5 中对发生异常时的相关系数进行计算的结果的图。

[0045] 图 21 是表示实施例 5 中发生异常时的相关系数比较部的输出的图。

[0046] 图 22 是表示在图 3 所示的液压系统中设置工作油冷却装置的情况下的构成的图。

[0047] 图 23 是表示工作油冷却装置中的安全阀在正常时的温度变化和 安全阀在故障时的温度变化的图。

[0048] 图 24 是本发明的实施例 6 的系统整体的构成图。

[0049] 图 25 是表示液压挖掘机的发动机油冷却系统以及冷却水冷却系统的构成的图。

[0050] 图 26 是表示发动机转速、发动机油压力、冷却水压力的时间序列变化的图。

[0051] 图 27 是本发明的实施例 7 的系统整体的构成图。

[0052] 图 28 是表示散热器入口冷却水温度  $T_r$  和发动机油温度  $T_e$  的时间序列变化的图。

[0053] 图 29 是本发明的实施例 8 的系统整体的构成图。

### 具体实施方式

[0054] 以下,使用附图对本发明的实施例进行说明。

[0055] 实施例 1

[0056] (关于泵的事例(1))

[0057] 关于本发明的一个实施例,以工程机械即液压挖掘机为例,利用图 1~图 12 进行说明。本实施例是多个传感器对作为多个相关的物理状态的三个以上的相同物理状态进行检测的情况下的实施例。此外,本发明不限于液压挖掘机,还能够适用于吊车、轮式装载机、推土机等其他的工程机械。

[0058] 图 1 是表示本发明的异常检测装置的系统整体的构成图。

[0059] 本发明的异常检测装置 1 示出了具有多个传感器 101a、101b、101c、…的构成。而且,来自这些多个传感器 101a、101b、101c、…(以下适当地以 101 代表)的传感器信号(传感器信息)经由未图示的 A/D 转换部输入到相关系数算出部 102。在相关系数算出部 102 中,输入规定的同一期间的多个(三个以上)传感器信号,并对该传感器信号附加时刻信息从而生成同一期间的多个(三个以上)时间序列的物理状态信息,关于该时间序列的物理状态信息即多个传感器信号的时间序列值算出相互的相关系数。而且,这些相关系数被输入到相关系数比较部 103,相关系数比较部 103 根据相关系数算出标准化的偏差。关于根据相关系数算出标准化的偏差的顺序后述,但作为概要,根据算出的相关系数利用其平均值和标准偏差进行偏差的标准化。然后,将与求得的标准化的偏差的绝对值相应的、进行了标准化的偏差置换成相关比较值,按每个相关系数算出这些相关比较值的合计值并求出相关比较合计值。相关系数比较部 103 将该相关比较合计值的百分率作为输出传递给异常判定部 104。

[0060] 在异常判定部 104 中,例如,若相关比较合计值的百分率为 50%以上,则输出“警告判定”;若为 80%以上,则输出“异常判定”。

[0061] 另外,图 2 是表示搭载了本发明的异常检测装置的系统整体的、工程机械的整体构成图的图。

[0062] 利用图 2 对工程机械即液压挖掘机 852 的动作进行说明。液压挖掘机 852 能够通过所具有的各操作机构进行挖掘等的动作。铲斗 861、斗杆 862、动臂 863 通过液压缸 871、872、873 而被驱动。多数情况下,这些与挖掘相关的部位整体被称为前作业部。液压缸 871、872、873 进行伸缩动作,从而铲斗 861、斗杆 862、动臂 863 等进行动作。动臂 863 的基端以能够转动的方式安装在上部旋转体 856 的前部。上部旋转体 856 能够经由旋转机构 854 而在下部行驶体 855 上旋转。

[0063] 另外,图 3 示出了使液压缸 871、872、873 的液压产生的液压系统的构成。

[0064] 图 3 中,通过来自发动机 902 的转矩来驱动液压泵 904。由此,收纳在油箱 940 中的油被送往对液压进行控制的控制阀 906。通过操作机构及控制装置(这里未图示)从外部控制控制阀 906,例如使液压缸 871、872、873 等运转,从而产生使铲斗 861、斗杆 862、动臂 863 运动的液压。另外,伴随控制而不需要的油从控制阀 906 被排出至油箱 942。

[0065] 而且,在该实施例中,在液压泵 904 中设有后述的泵体排放口 (pump case drain) 压力传感器 201,另外,在发动机 902 中还设有发动机汽缸温度传感器 301。

[0066] 由发动机 902 驱动的液压泵 904 有多个,例如有五个,与其相应地,泵体排放口压力传感器 201 也有多个,例如有五个。以下,在分别通过一个附图标记代表多个液压泵及压力传感器并进行说明的情况下,使用附图标记 904、201,在表示个别的液压泵及压力传感器的情况下,使用添加了下标 a、b、c、…的附图标记 904a、904b、904c、…及 201a、201b、201c、…进行说明。

[0067] 在液压挖掘机 852 的发动机 902 上具有多个、例如 16 个汽缸,与其相应地,发动机汽缸温度传感器 301 也有多个、例如 16 个。以下,在以附图标记代表发动机汽缸温度传感器并进行说明的情况下,使用附图标记 301,在表示个别的发动机汽缸温度传感器的情况下,使用添加了下标 a、b、c、…的附图标记 301a、301b、301c、…进行说明。

[0068] 在液压挖掘机 852 的上部旋转体 856 的驾驶室 856a 内配置有连接在监视器上的控制器 856b,上述的 A/D 转换部 (未图示)、相关系数算出部 102、相关系数比较部 103、异常判定部 104 由该控制器 856b 构成。此外,还可以将控制器 856b 单独置于管理室等中,在液压挖掘机 852 中,将通过传感器检测的数据临时保存在数据库中,并定期将该数据取出并发送或下载到控制器。

[0069] 图 4 是表示将图 1 中的传感器 101 置换成泵体排放口压力传感器 201 的图,是用于前述的工程机械 852 的图。液压泵 904 是对传递的压力进行调整的重要零件。将利用泵体排放口压力传感器 201 对工程机械 852 进行正常运转动作时的正常的状态的泵内的压力进行计测的结果表示在图 5 中。示出了在测定的经过时间带中泵内的压力没有发生突出的高压力的情况。这里,泵体排放口压力传感器 201 对泵体排放口压力传感器 201a ~ 201e (无图) 的五个泵 904a ~ 904e 进行计测。在相关系数算出部 102 中,将同一期间的多个传感器信号按时间序列输入,生成同一期间中的五个时间序列的压力信息,关于这些压力信息的时间序列值,利用相关系数算出部 102 算出相互的相关系数。将这一结果表示在图 6 的表 601 中。相关系数的算出方法如以下的式 1 所示。

[0070] 在输入值 (这里为利用泵体排放口压力传感器 201 测定的排液压力值) 中,将任意的两个输入值作为  $X_i$  和  $X_j$  ( $i, j = 1, \dots, n$ ) ( $n$  为成为输入值的传感器的数量,本实施例中为 5),将  $X_i$ 、 $X_j$  的时刻  $t$  的计测值通过  $X_i(t)$ 、 $X_j(t)$  表示,对从时刻  $t = 0$  到时刻  $t = T-1$  的计测值进行计算,输入值  $X_i$  和  $X_j$  的相关系数  $\rho(i, j)$  利用平均  $\mu_i$ 、 $\mu_j$  和标准偏差  $\sigma_i$ 、 $\sigma_j$  并通过下述的算式算出。

[0071] [0071]  $\rho(i, j) = \sum (X_i(t) - \mu_i)(X_j(t) - \mu_j) / (T \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j)$

[0072] [0072] ..... (式 1)

[0073] 其中,

[0074] [0074]  $\mu_i = \sum X_i(t) / T$ 、 $\mu_j = \sum X_j(t) / T$

[0075]  $\sigma_i = (n \sum X_i(t)^2 - (\sum X_i(t))^2) / (T(T-1))$

[0076]  $\sigma_j = (n \sum X_j(t)^2 - (\sum X_j(t))^2) / (T(T-1))$

[0077] [0077] 相关系数取从 -1 到 1 的值,图 6 中所示的值都表示接近 1 的值 (当然相同值之间的相关为 1),可知具有很强的相关性。

[0078] 相关系数比较部 103 根据表 601 所示的相关系数算出标准化的偏差。关于根据相

关系数算出标准化的偏差的顺序后述。将根据相关系数算出的标准化的偏差表示在图 7 的表 701 中。相关系数比较部 103 利用该偏差,在偏差的绝对值为 3.0 以上时将其替换为相关比较值 1.0、在偏差的绝对值不足 3.0 且为 1.5 以上时将其替换为相关比较值 0.5、在偏差的绝对值不足 1.5 时将其替换为相关比较值 0。该结果即为图 8 所示的表 801。相关比较值 1.0、0.5、0 是作为异常标记信息而事先决定的值。相关系数比较部 103 最后就各相关系数算出它们的合计值,并算出图 8 的表 802 所示的相关比较合计值,并将其作为百分率算出。相关比较合计值或其百分率是表示合计相关比较值得到的各相关系数相对于其他的相关系数的差异的程度的值。在相关比较合计值不足 50%的情况下,判定为正常。还可以根据相关比较合计值直接判定指定为异常。

[0079] 下面,图 9 中示出了对发生异常时的泵压力进行计测的结果。根据图 9 可知, #3 的泵的压力增高。若利用相关系数算出部 102 算出此时的相关系数,则如图 10 的表 1001 所示。可见: #3 以外的相关系数没有出现较大的变化,但 #3 的相关系数减小。即,示出了 #3 的泵表现出与其他的泵的动作不同的倾向的情况。关于该相关系数,利用相关系数比较部 103 对相关系数的变化即进行了标准化的偏差进行检测。例如,在图 10 的表 1001 中,从 #1 开始观察的各泵的相关系数为 1.00、0.88、0.15、0.89、0.88。在相关系数比较部 103 中,就这些相关系数  $\rho(1, j)$  ( $j = 1, \dots, 5$ ),利用其平均  $\mu(\rho 1)$  和标准偏差  $\sigma(\rho 1)$  进行标准化。若令标准化的值为  $\rho_s(1, j)$  ( $j = 1, \dots, 5$ ),则成为

$$[0080] \quad \rho_s(1, j) = (\rho(1, j) - \mu(\rho 1)) / \sigma(\rho 1) \dots \dots (式 2)$$

[0081] 与 #1 的泵的相关系数 1.00、0.88、0.15、0.89、0.88 对应的标准化的偏差,分别如图 11 的表 1101 所示那样、为 0.70、0.35、-1.77、0.38、0.35。将式 2 通用于 #1 ~ #5 全体,则得到式 2'。

$$[0082] \quad \rho_s(i, j) = (\rho(i, j) - \mu(\rho i)) / \sigma(\rho i) (i = 1, \dots, 5, j = 1, \dots, 5) \dots \dots (式 2')$$

[0083] 相关系数比较部 103 利用该偏差,在偏差的绝对值为 3 以上时将其置换为相关比较值 1.0,在偏差的绝对值不足 3 且为 1.5 以上时将其置换为相关比较值 0.5,在偏差的绝对值不足 1.5 时将其置换为相关比较值 0。该结果即为图 12 所示的表 1201。在相关系数比较部 103 中,最后就各相关系数算出它们的合计值。如图 12 的表 1202 所示,相对于从 #1 到 #5 的泵压力的相关比较合计值分别为 0、0、2.5、0、0,若将其表示成百分率,则为 0%、0%、50%、0%、0%。相关系数比较部 103 将该相关比较合计值的百分率作为输出传递给异常判定部 104。

[0084] 在异常判定部 104 中,若相关比较合计值的百分率为 50%以上,则输出“警告判定”;若为 80%以上,则输出“异常判定”。在图 12 的例中,异常判定部 104 的判定结果为:对 #3 的泵输出“警告判定”。作为“异常判定”的输出方法,例如将“警告判定”或“异常判定”的文字显示在监视器中。

[0085] 根据本实施例,根据液压泵的控制状态并通过从多个压力传感器得到的传感器信息的相关系数的比较信息进行异常检测,所以,无需根据计测数据预先算出与液压挖掘机的状态相应的判定阈值以及学习值,所以,在液压挖掘机的不同的使用环境以及运用方式中,能够通过同一判定方法对机械进行适当的判定,能够将机械的故障防患于未然。

[0086] 实施例 2

[0087] (关于泵的事例(2))

[0088] 利用上述的实施例以及图 13 对本发明的其他的实施例进行说明。本实施例为实施例 1 的变形例。

[0089] 图 13 中,本实施例中的异常检测装置 1,除了图 2 所示的构成以外,还具有:对液压挖掘机 852(参照图 2)的操作信息进行检测的操作信息检测部 202;根据该操作信息对各液压泵 904 的动作状态进行判定的泵动作判定部 203。液压挖掘机 852 具有作为操作机构的控制杆装置,该控制杆装置生成与杆操作量相应的操作先导压,并通过该操作先导压对控制阀 906 进行驱动。操作信息检测部 202 是例如对该操作先导压进行检测的压力传感器。该情况下,泵动作判定部 203 在操作先导压超过一定值时,作出以下判定:与由该操作先导压驱动的控制阀 906 相关的液压泵 904 处于动作状态。

[0090] 相关系数算出部 102 根据泵动作判定部 203 的判定结果,仅利用正在进行动作的液压泵 904 的压力信息算出相关系数。

[0091] 根据本实施方式,由于将未进行动作的液压泵从诊断中排除,因而能够进行更准确的异常检测。

[0092] 实施例 3

[0093] (关于发动机的事例(1))

[0094] 关于本发明的其他的实施例,以工程机械即液压挖掘机为例,利用上述的实施例以及图 14 到图 17 进行说明。本实施例也是多个传感器对作为多个关联的物理状态的、三个以上的相同物理状态进行检测的情况的实施例。

[0095] 图 14 是表示将图 1 中的传感器 101 置换成发动机汽缸温度传感器 301 的图。如前所述,在液压挖掘机 852 的发动机 902 上具有 16 个汽缸,通过发动机汽缸温度传感器 301a~301p(未图示)这 16 个发动机汽缸温度传感器来测定各汽缸的温度,能够知晓发动机的动作状态。

[0096] 图 15 表示的是作为异常的状态、例如向发动机汽缸供给燃料的喷射机构中发生异常、从而在燃料供给过多时通过发动机汽缸温度传感器 301a~发动机汽缸温度传感器 301p 测定的发动机汽缸温度的图。图 15 示出了 #3 的汽缸温度比其他的汽缸温度高、#4 和 #9 的汽缸温度呈现与其他的汽缸温度不同的变化。关于这些汽缸温度,与上述的实施例 1 同样地,将通过相关系数算出部 102 算出相关系数的结果表示在图 16 中。而且,将通过相关系数比较部 103 对其进行比较的结果表示在图 17 中。相关比较合计值的百分率为,#4 的汽缸为 41%,#9 的汽缸为 94%。若通过异常判定部 104 对其进行判定,则仅 #9 的汽缸被输出为“异常判定”(由于 #4 的汽缸为 41%,没有达到“警告判定”的 50%)。

[0097] 实施例 4

[0098] (关于发动机的事例(2))

[0099] 利用上述的实施例以及图 18 对本发明的其他的实施例进行说明。本实施例为实施例 3 的变形例。

[0100] 在图 18 中,本实施例的异常检测装置 1 除了具有图 14 所示的构成,还具有对发动机 902(参照图 3)的转速进行检测的转速传感器 302。

[0101] 相关系数算出部 102 仅对通过转速传感器 302 检测到的发动机转速为规定的值以上的情况下的温度信息进行利用从而算出相关系数。

[0102] 根据本实施方式,由于将发动机 902 以不足规定值的转速进行动作时的温度信息从诊断中排除,所以,能够进行更准确的异常检测。

[0103] 实施例 5

[0104] (关于发动机的事例(3))

[0105] 关于本发明的其他的实施例,以工程机械即液压挖掘机为例,利用上述的实施例以及图 19~图 21 进行说明。本实施例也是多个传感器对作为多个关联的物理状态的、三个以上的相同物理状态进行检测的情况下的实施例。

[0106] 实施例 3 中,判定 #9 的汽缸中存在异常,并可知在 #4 的汽缸中存在该征兆,但不能判定 #3 的汽缸的异常。这是由于,关于 #3 的汽缸,虽然温度范围与其他的汽缸不同,但变化的方法与其他的汽缸为相同的形式。

[0107] 因此,本实施例示出了对 #3 的汽缸那样的异常进行检测的情况。

[0108] 图 19 示出了本实施例的构成。是替代作为实施例 3 的图 14 的构成中的相关系数算出部 102 及相关系数比较部 103 而具有相对比算出部 402 及相对比比较部 403 的构成。

[0109] 将输入值(这里是使用发动机汽缸温度传感器 301 测定的汽缸温度)中的、任意的两个输入值作为  $X_i$  和  $X_j$  ( $i, j = 1, \dots, n$ ) ( $n$  是成为输入值的传感器的数量,本实施例中为 16),将  $X_i, X_j$  的时刻  $t$  的计测值通过  $X_i(t), X_j(t)$  来表示,对从时刻  $t = 0$  到时刻  $t = T-1$  的计测值进行计算,则  $X_j$  相对于输入值  $X_i$  的相对比  $v(i, j)$  通过下述的算式算出。

[0110] [0110] 
$$v(i, j) = (\sum X_j(t)/X_i(t))/T \quad \dots\dots (式 3)$$

[0111] [0111] 若利用相对比算出部 402 算出了发动机汽缸温度的相对比,则成为图 20 的表所示那样的结果。而且,若利用相对比比较部 403 算出了相对比比较合计值及其百分率,则如图 21 所示。该相对比比较合计值的算出方法是以相对比置换上述的实施例 3 中的相关系数而算出的。如图 21 所示,相对比比较合计值的百分率从相对比算出部 402 被输出到异常判定部 104,通过异常判定部 104,输出“异常判定”。

[0112] 此外,虽然说明的是本实施例是对实施例 3 的一部分进行变更的例子,但对于其他的实施例,也能够同样地适用本实施例的构思。

[0113] 实施例 6

[0114] (工作油冷却装置的事例)

[0115] 关于本发明的其他的实施例,以工程机械即液压挖掘机为例,利用上述的实施例以及图 22~图 24 进行说明。本实施例是多个传感器对作为多个关联的物理状态的、两个以上的关联地变化的物理状态进行检测的情况下的实施例。

[0116] 图 22 是表示在图 3 所示的液压系统中设置有工作油冷却装置的情况下的构成的图。

[0117] 图 22 中,如前所述,由发动机 902 而产生的运动能量对液压泵 904 进行驱动,从工作油油箱 940 汲取工作油,并使其经由控制阀 906 送到液压缸 871、872、873 等,使液压缸 871、872、873 等运转,从而产生使铲斗 861、斗杆 862、动臂 863 运动的液压。

[0118] 与液压缸 871、872、873 等的伸缩相伴随地,工作油回到工作油油箱 940。工作油在对液压缸 871、872、873 等进行驱动时因其压力而温度上升,所以,在返回工作油油箱 940 前通过工作油冷却器 1904 而被冷却。工作油冷却器 1904 通过使连接在发动机 902 上的冷却风扇 1908 旋转将外气吸入而被冷却,由此,工作油被冷却后回到工作油油箱 940。安全阀

1905 是用于防止因从控制阀 906 返回的工作油的压力高而损坏工作油冷却器 1904 的安全阀。安全阀 1905 根据需要打开,若安全阀 1905 发生故障,则各部分的压力以及温度发生异常。

[0119] 工作油冷却器 1904,通过外气温度而被冷却,因此,伴随外气温度  $T_a$  的上升,工作油温度  $T_o$ 、冷却器入口温度  $T_{in}$ 、冷却器出口温度  $T_{out}$  也上升。

[0120] 图 23 示出了安全阀 1905 正常时的温度变化 2001 和安全阀 1905 故障时的温度变化 2002。

[0121] 考虑安全阀 1905 发生故障而处于保持打开状态的情况。由于安全阀 1905 保持打开的状态,所以,流入到工作油冷却器 1904 中的工作油减少,因此,成为工作油无法被充分冷却的状态。如温度变化 2002 所示,与流入工作油冷却器 1904 的工作油减少相应地,冷却器出口温度  $T_{out}$  下降,但与没有流入工作油冷却器 1904 的工作油的增加相应地,工作油温度  $T_o$  上升。作为结果,工作油冷却器入口温度  $T_{in}$  也上升。

[0122] 本实施例的异常检测装置,分别通过温度传感器 501a、501b、501c、501d 对上述外气温度  $T_a$ 、工作油温度  $T_o$ 、冷却器入口温度  $T_{in}$ 、冷却器出口温度  $T_{out}$  进行检测,并输入该传感器值,以正常动作时的相关系数为基准,检测异常动作时的相关系数的变化。由此,能够检测工作油冷却装置的异常(在上述的例中为安全阀 1905 的故障)。

[0123] 这里,在本实施例中,为了得到正常动作时的相关系数而利用不同的期间的相关系数。

[0124] 即,图 23 中,考虑不同的期间 A、B、C。期间 A 为安全阀 1905 刚发生故障后的期间。期间 B 为安全阀 1905 即将发生故障前的期间。期间 C 为期间 B 之前的期间。在期间 B 和期间 C 中,与外气温度  $T_a$  上升相伴随地,工作油温度  $T_o$ 、冷却器入口温度  $T_{in}$ 、冷却器出口温度  $T_{out}$  上升。因此,通过利用期间 B 和期间 C 的传感器值分别在期间 B 和期间 C 中算出相关系数,并对该相关系数和利用期间 A 的传感器值算出的相关系数进行比较,能够检测出在期间 A 中发生了某些异常。

[0125] 另外,根据期间 A 的相关系数,能够获知冷却器出口温度  $T_{out}$  与冷却器入口温度  $T_{in}$  及工作油温度  $T_o$  相对于外气温度  $T_a$  正发生不同的变化,能够判定在涉及温度传感器 401d 的部位发生了异常,能够推定在安全阀 1905 中产生了故障。

[0126] 图 24 是表示本实施例中的异常检测装置 1 的构成的图。本实施例的异常检测装置 1 将图 1 的传感器 101 置换成了温度传感器 501a、501b、501c、501d,是将相关系数算出部 102 置换成相关系数算出部 502 的实施例。

[0127] 温度传感器 501a、501b、501c、501d 分别对上述外气温度  $T_a$ 、工作油温度  $T_o$ 、冷却器入口温度  $T_{in}$ 、冷却器出口温度  $T_{out}$  进行检测。

[0128] 相关系数算出部 502 分别在各不相同的三个以上的规定期间(上述的例中为期间 A、B、C)将从温度传感器 501a、501b、501c、501d 输出的传感器信号输入,并针对每个传感器生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息(在上述的例中为分别关于外气温度  $T_a$ 、工作油温度  $T_o$ 、冷却器入口温度  $T_{in}$ 、冷却器出口温度  $T_{out}$  的三个以上的时间序列的传感器值)。然后,根据每个该温度传感器的三个以上的时间序列的物理状态信息算出六个以上的相关系数。

[0129] 相关系数比较部 103 以及异常判定部 104 进行与实施例 1 等同样的处理,在相关

比较合计值的百分率为 50% 以上时,输出“警告判定”;在相关比较合计值的百分率为 80% 以上时,输出“异常判定”。

[0130] 此外,在上述实施例中,输入传感器信号的期间的数量为三个,但还可以比三个多。输入传感器信号的期间的数量增加的越多,正常动作时的传感器信号被取入的概率越高,能够进行更准确的异常检测。

[0131] 另外,在上述实施例中,使输入传感器信号的三个期间成为连续的三个期间,但这些期间也可以是非连续的。

[0132] 实施例 7

[0133] (关于发动机油冷却系统以及冷却水冷却系统的事例(1))

[0134] 关于本发明的其他的实施例,以工程机械即液压挖掘机为例,利用上述的实施例以及图 25 ~ 图 27 进行说明。本实施例也是多个传感器对作为多个关联的物理状态的、两个以上的关联地变化的物理状态进行检测的情况下的实施例。

[0135] 图 25 是表示液压挖掘机的发动机油冷却系统以及冷却水冷却系统的构成的图。

[0136] 图 25 中,为了对发动机 1901 的温度进行冷却而使用发动机油。油泵 2102 与发动机 1901 的旋转部连接,并与该发动机 1901 的旋转相配合地进行驱动。油泵 2102 从油盘 2106 汲取发动机油,并送入油冷却器 2103。油冷却器 2103 通过充满在水套 2104 中的冷却水而被冷却,通过油冷却器 2103 被冷却的发动机油返回油盘 2106。另外,水泵 2105 也连接在发动机 1901 的旋转部上,从水套 2104 汲取冷却水并通过散热器 2101 对冷却水进行冷却,然后返回水套 2104。散热器 2101 通过被连接在发动机 1901 的旋转部上的冷却风扇 1908 而被空气冷却。

[0137] 图 26 中示出了发动机转速  $Re$ 、发动机油压力  $Pe$ 、冷却水压力  $Pc$  的时间序列变化。与发动机转速  $Re$  (图中为曲线图 2201) 的变化相配合地,发动机油压力  $Pe$  (图中为曲线图 2202) 和冷却水压力  $Pc$  (图中为曲线图 2203) 发生变化。如图 25 所示,示出了油泵 2102 和水泵 2105 被安装在发动机 1901 的旋转部上、配合发动机 1901 的旋转进行驱动的情况。

[0138] 这里,考虑水泵 2105 因某种原因发生故障的情况。由于水泵 2105 发生故障,会引起冷却水不循环或不能得到充分的循环量的状况。该情况下,如图 26 的曲线图 2204 所示,在冷却水压力中产生与通常不一样的变动。由此,在发动机转速  $Re$ 、发动机油压力  $Pe$ 、冷却水压力  $Pc$  之间的相关性方面发生变化。

[0139] 本实施例的异常检测装置是基于这样的考虑的实施例,分别通过转速传感器 601a、发动机油压力传感器 601b、冷却水传感器 601c 对上述发动机转速  $Re$ 、发动机油压力  $Pe$ 、冷却水压力  $Pc$  进行检测,并将该传感器值作为输入,将正常动作时的相关系数作为基准,对异常动作时的相关系数的变化进行检测。由此,能够对发动机油系统或冷却水冷却系统的异常(在上述的例中为水泵 210 的故障)进行检测。

[0140] 在本实施例中,为了得到正常动作时的相关系数,与上述的实施例 6 同样地使用不同的期间的相关系数。

[0141] 图 27 是表示本实施例中的异常检测装置 1 的构成的图。本实施例中的异常检测装置 1 是将图 24 中的温度传感器 501a、501b、501c、501d 置换成转速传感器 601a、发动机油压力传感器 601b、冷却水压力传感器 601c 的实施例。

[0142] 转速传感器 601a、发动机油压力传感器 601b、冷却水压力传感器 601c 分别对上述

发动机转速  $Re$ 、发动机油压力  $Pe$ 、冷却水压力  $Pc$  进行检测。

[0143] 相关系数算出部 502 将从转速传感器 601a、发动机油压力传感器 601b、冷却水压力传感器 601 输出的传感器信号分别在三个以上的不同的规定期间的每一个中输入,并针对每个传感器生成同一期间中的三个以上的时间序列的物理状态信息。然后,根据每个传感器的三个以上的时间序列的物理状态信息算出三个以上的相关系数。

[0144] 相关系数比较部 103 以及异常判定部 104 进行与实施例 1 等同样的处理,在相关比较合计值的百分率为 50% 以上时,输出“警告判定”;在相关比较合计值的百分率为 80% 以上时,输出“异常判定”。

[0145] 实施例 8

[0146] (关于发动机油冷却系统以及冷却水冷却系统的事例 (2))

[0147] 利用上述的实施例以及图 28 以及图 29 说明本发明的其他的实施例。

[0148] 本实施例也是多个传感器对作为多个关联的物理状态的、两个以上的关联地变化的物理状态进行检测的情况下的实施例。另外,本实施例是在被检测的物理状态为两个的情况下的实施例。

[0149] 图 28 是表示图 25 所示的发动机油冷却系统以及冷却水冷却系统中的散热器入口冷却水温度  $Tr$  (图中为曲线图 2301) 和发动机油温度  $Te$  (图中为曲线图 2302) 的时间序列变化的图。如图 28 所示,观察散热器入口冷却水温度  $Tr$  (图中为曲线图 2301) 和发动机油温度  $Te$  (图中为曲线图 2302),正常时,与发动机油温度  $Te$  的上升相配合地,散热器入口冷却水温度  $Tr$  也上升,但在因某种故障引起发动机油温度  $Te$  急剧上升的状况的情况下,根据这两个温度的相关系数的变化仅能够判定某个温度发生了异常。若利用三个传感器数据(三个物理状态)的关系,则能够检测出在哪个传感器数据中发生了与通常不同的倾向,但在仅为两个传感器数据(两个物理状态)的情况下,仅能够判定在与这两个传感器有关系的部位上发生了异常。

[0150] 本实施例的异常检测装置是基于这样的考虑的实施例,分别通过发动机油温度传感器 601a 以及散热器入口冷却水温度传感器 601b 来检测上述发动机油温度  $Te$  以及散热器入口冷却水温度  $Tr$ ,输入该传感器值,并以正常动作时的相关系数作为基准,对异常动作时的相关系数的变化进行检测。由此,能够对发动机油系统和冷却水冷却系统的某一个为异常的情况进行检测。

[0151] 同样在本实施例中为了能够得到正常动作时的相关系数,与上述的实施例 6 同样地使用不同的期间的相关系数。

[0152] 图 29 是表示本实施例的异常检测装置 1 的构成的图。本实施例中的异常检测装置 1 是将图 24 中的温度传感器 501a、501b、501c、501d 置换成发动机油温度传感器 701a 以及散热器入口冷却水温度传感器 701b 的装置。

[0153] 发动机油温度传感器 701a 以及散热器入口冷却水温度传感器 701b 分别检测上述发动机油温度  $Te$  以及散热器入口冷却水温度  $Tr$ 。

[0154] 相关系数算出部 502 分别将从发动机油温度传感器 701a 以及散热器入口冷却水温度传感器 701b 输出的传感器信号在不相同的三个的规定期间的每一个内输入,并针对每个传感器生成同一期间中的三个时间序列的物理状态信息。而且,根据每个传感器的三个时间序列的物理状态信息算出六个相关系数。

[0155] 相关系数比较部 103 以及异常判定部 104 进行与实施例 1 等同样的处理,在相关比较合计值的百分率为 50%以上时,输出“警告判定”,在相关比较合计值的百分率为 80%以上时,输出“异常判定”。

[0156] 工业实用性

[0157] 能够将本发明广泛地适用于工程机械全系。

[0158] 附图标记的说明

[0159] 1 异常检测装置

[0160] 101(101a,101b,101c) 传感器

[0161] 102 相关系数算出部

[0162] 103 相关系数比较部

[0163] 104 异常判定部

[0164] 201(201a,201b,201c) 泵体排放口压力传感器

[0165] 202 操作信息检测部

[0166] 203 泵动作判定部

[0167] 301(301a,301b,301c) 发动机汽缸温度传感器

[0168] 302 转速传感器

[0169] 402 相对比算出部

[0170] 403 相对比比较部

[0171] 501a 外气温度传感器

[0172] 501b 工作油温度传感器

[0173] 501c 工作油冷却器入口温度传感器

[0174] 501d 工作油冷却器出口温度传感器

[0175] 502 相关系数算出机构

[0176] 601a 转速传感器

[0177] 601b 发动机油压力传感器

[0178] 601c 冷却水压力传感器

[0179] 701a 发动机油温度传感器

[0180] 701b 冷却水温度传感器

[0181] 871、872、873 液压缸

[0182] 902 发动机

[0183] 904 液压泵

[0184] 906 控制阀

[0185] 1901 发动机

[0186] 1902 控制阀

[0187] 1903 液压缸

[0188] 1904 工作油冷却器

[0189] 1905 安全阀

[0190] 1906 工作油箱

[0191] 1907 液压泵

- [0192] 1908 冷却风扇
- [0193] 2101 散热器
- [0194] 2102 油泵
- [0195] 2103 油冷却器
- [0196] 2704 水套
- [0197] 2105 水泵
- [0198] 2106 油盘

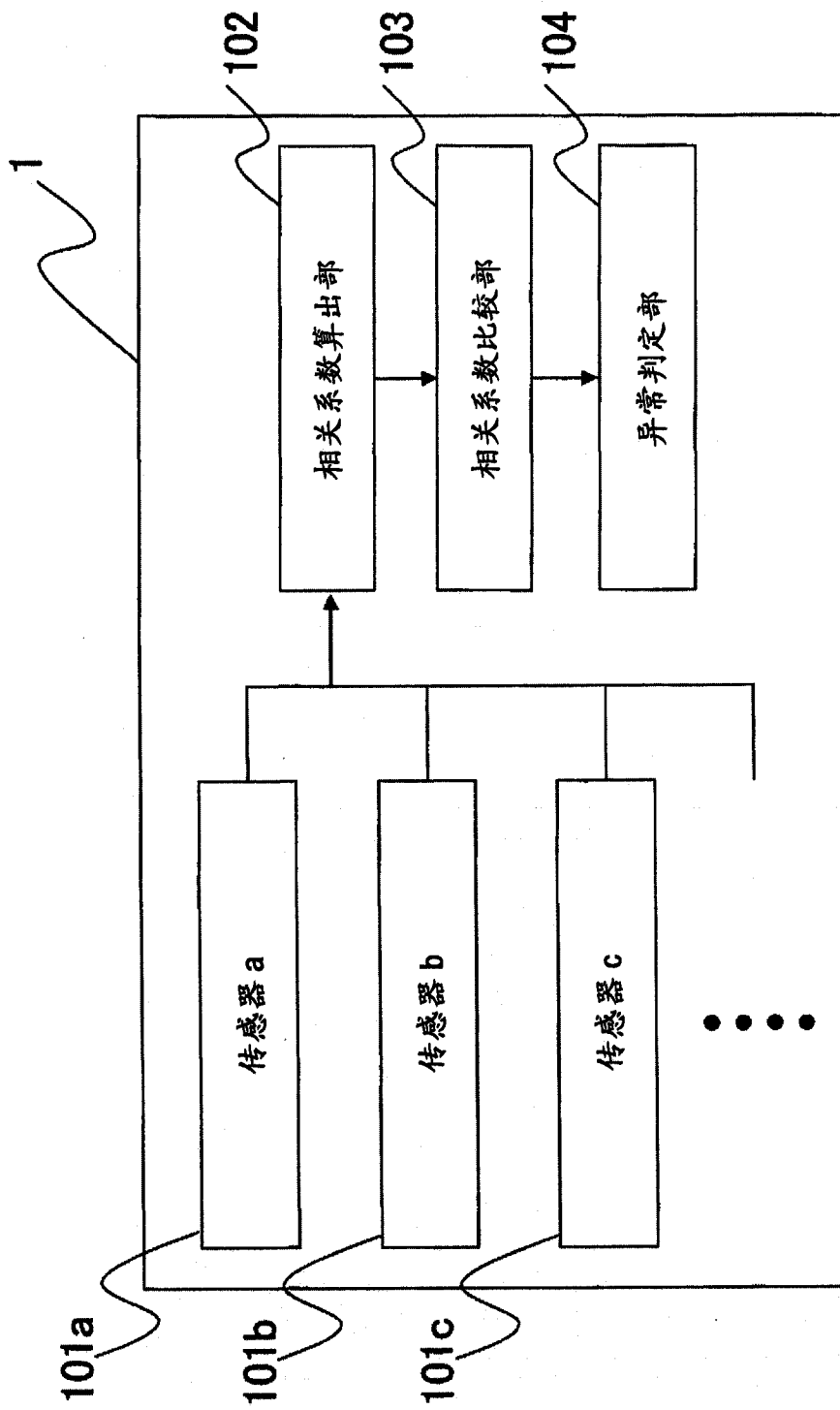


图 1

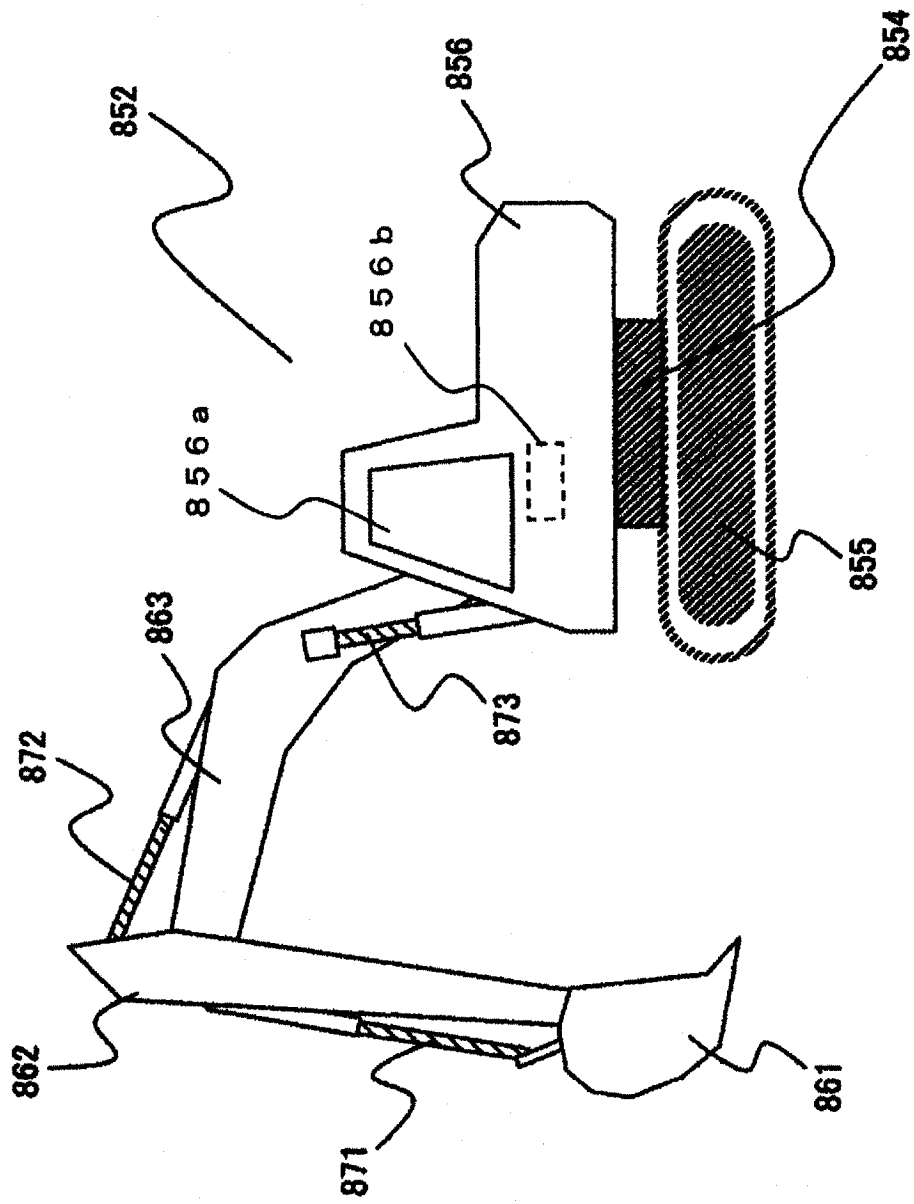


图 2

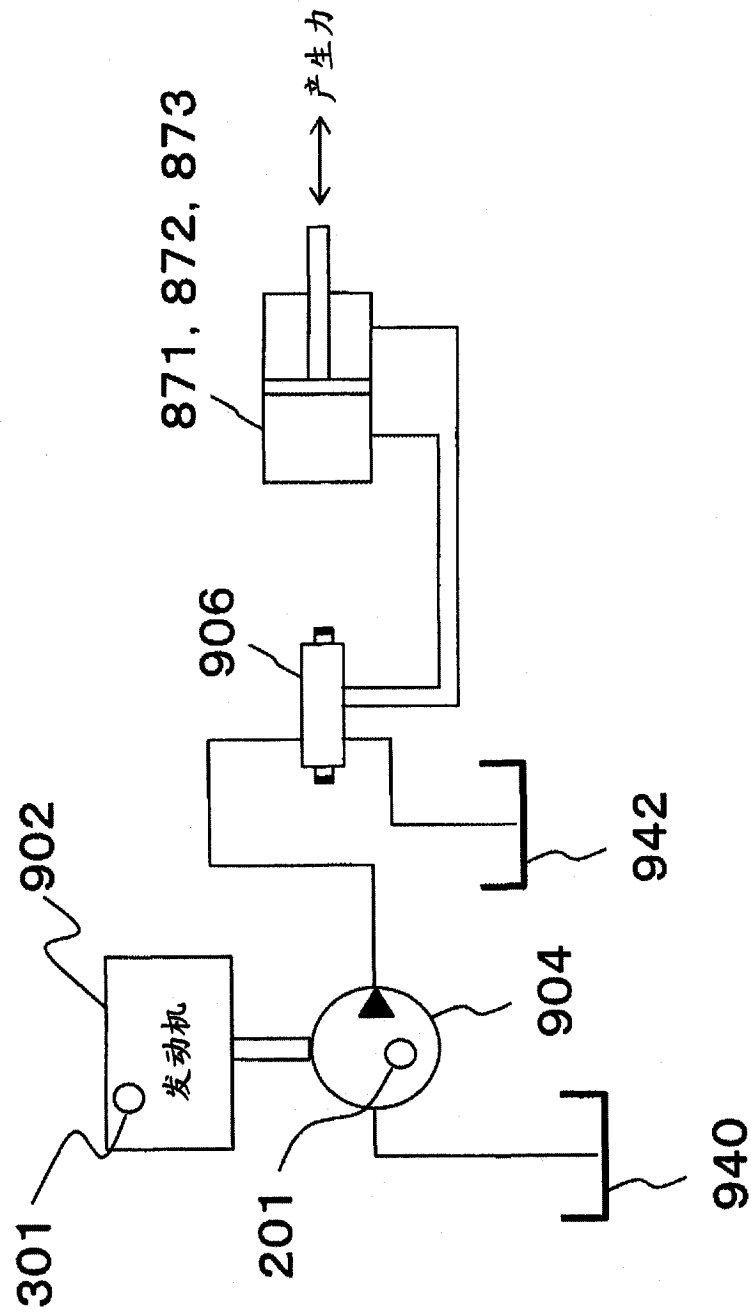


图 3

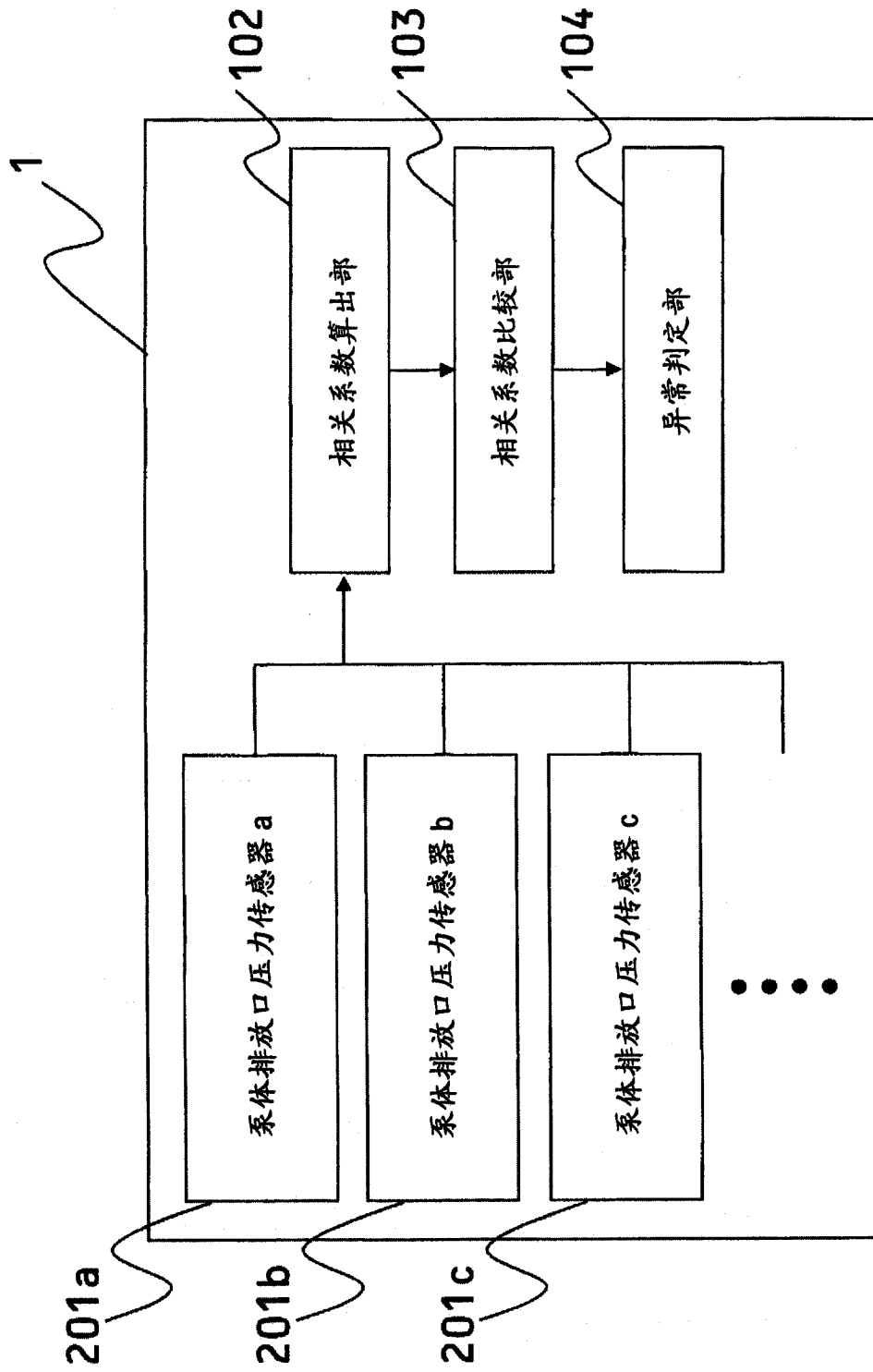


图 4

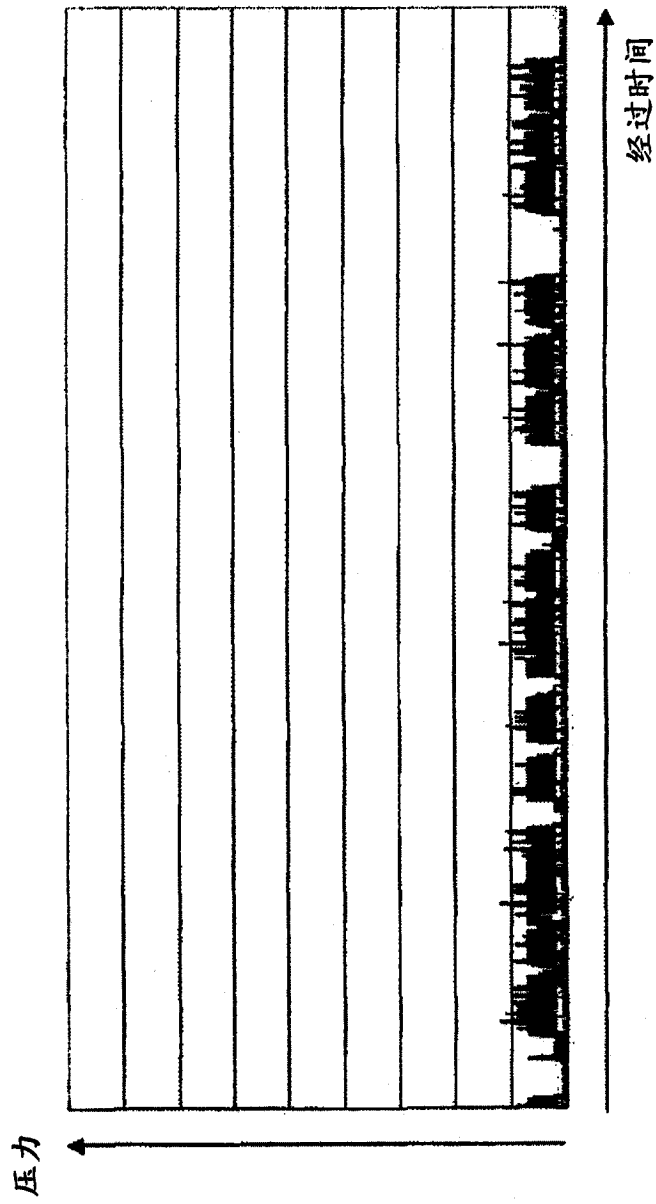


图 5

601

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	1.00	0.88	0.94	0.83	0.85
#2	0.88	1.00	0.87	0.82	0.85
#3	0.94	0.87	1.00	0.85	0.84
#4	0.83	0.82	0.85	1.00	0.86
#5	0.85	0.85	0.84	0.86	1.00

701

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	1.44	-0.29	0.57	-1.01	-0.72
#2	-0.06	1.69	-0.20	-0.93	-0.49
#3	0.59	-0.44	1.47	-0.73	-0.88
#4	-0.57	-0.71	-0.30	1.75	-0.16
#5	-0.44	-0.44	-0.59	-0.30	1.78

图 6

图 7

801

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	0	0	0	0	0
#2	0	0.5	0	0	0
#3	0	0	0	0	0
#4	0	0	0	0.5	0
#5	0	0	0	0	0.5

802

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	0	0.5	0	0.5	0.5
合计	0%	10%	0%	10%	10%

图 8

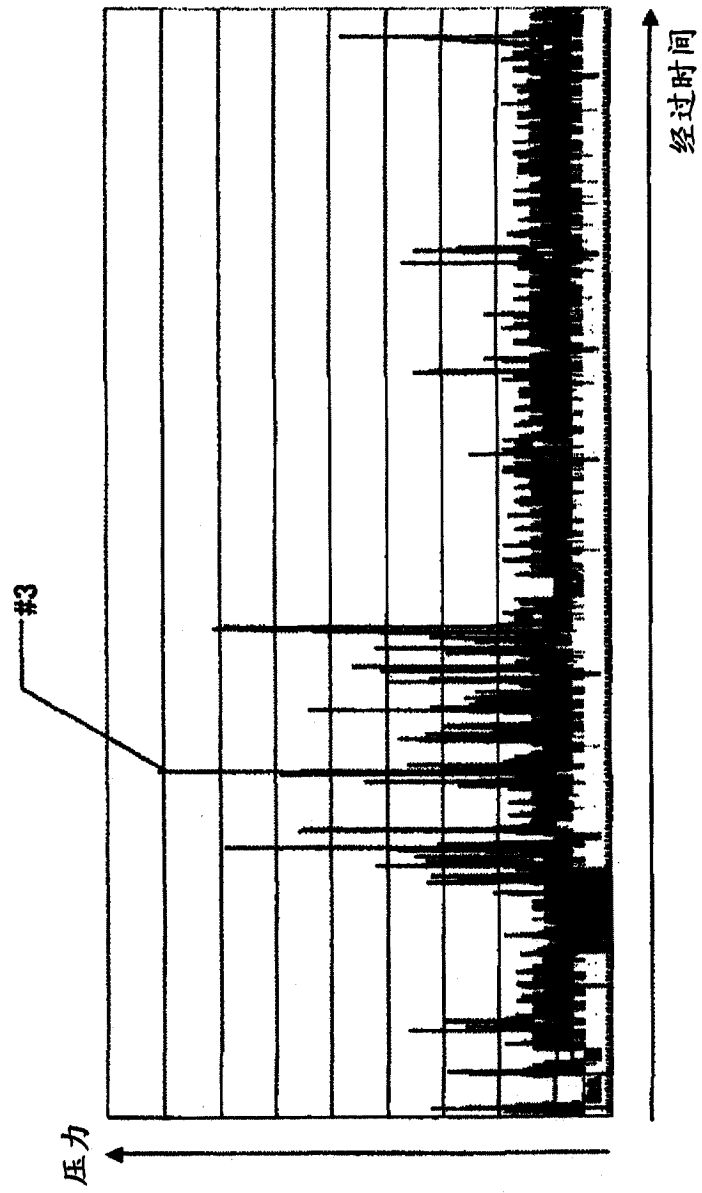


图 9

1001

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	1.00	0.88	0.15	0.89	0.88
#2	0.88	1.00	0.15	0.87	0.88
#3	0.15	0.15	1.00	0.15	0.15
#4	0.89	0.87	0.15	1.00	0.90
#5	0.88	0.88	0.15	0.90	1.00

图 10

1101

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	0.70	0.35	-1.77	0.38	0.35
#2	0.36	0.71	-1.77	0.33	0.36
#3	-0.45	-0.45	1.79	-0.45	-0.45
#4	0.37	0.31	-1.77	0.69	0.40
#5	0.34	0.34	-1.77	0.40	0.69

图 11

1201

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	0	0	0.5	0	0
#2	0	0	0.5	0	0
#3	0	0	0.5	0	0
#4	0	0	0.5	0	0
#5	0	0	0.5	0	0

1202

	#1	#2	#3	#4	#5
#1	0	0	+2.5	0	0
合计	0%	0%	50%	0%	0%

图 12

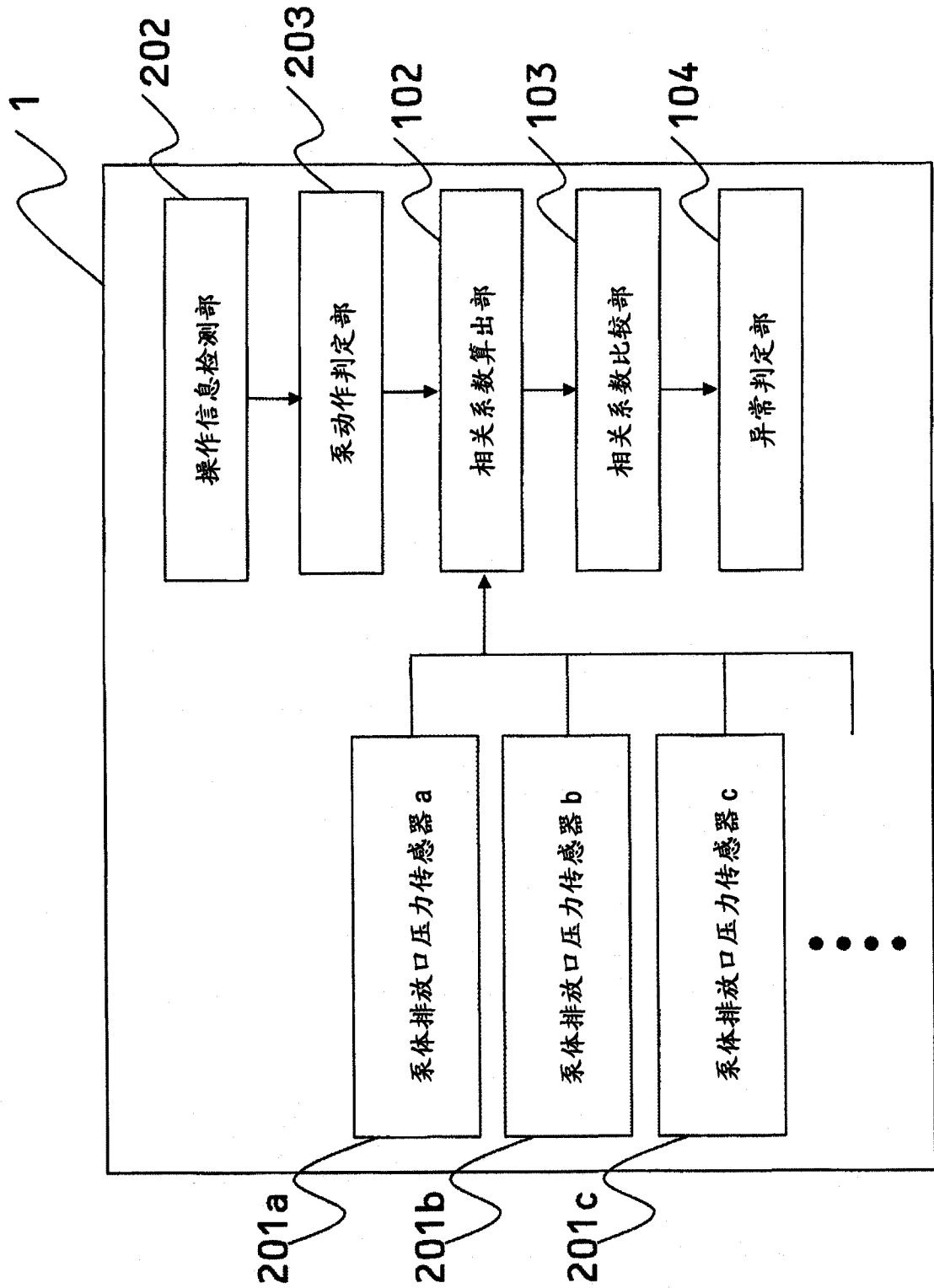


图 13

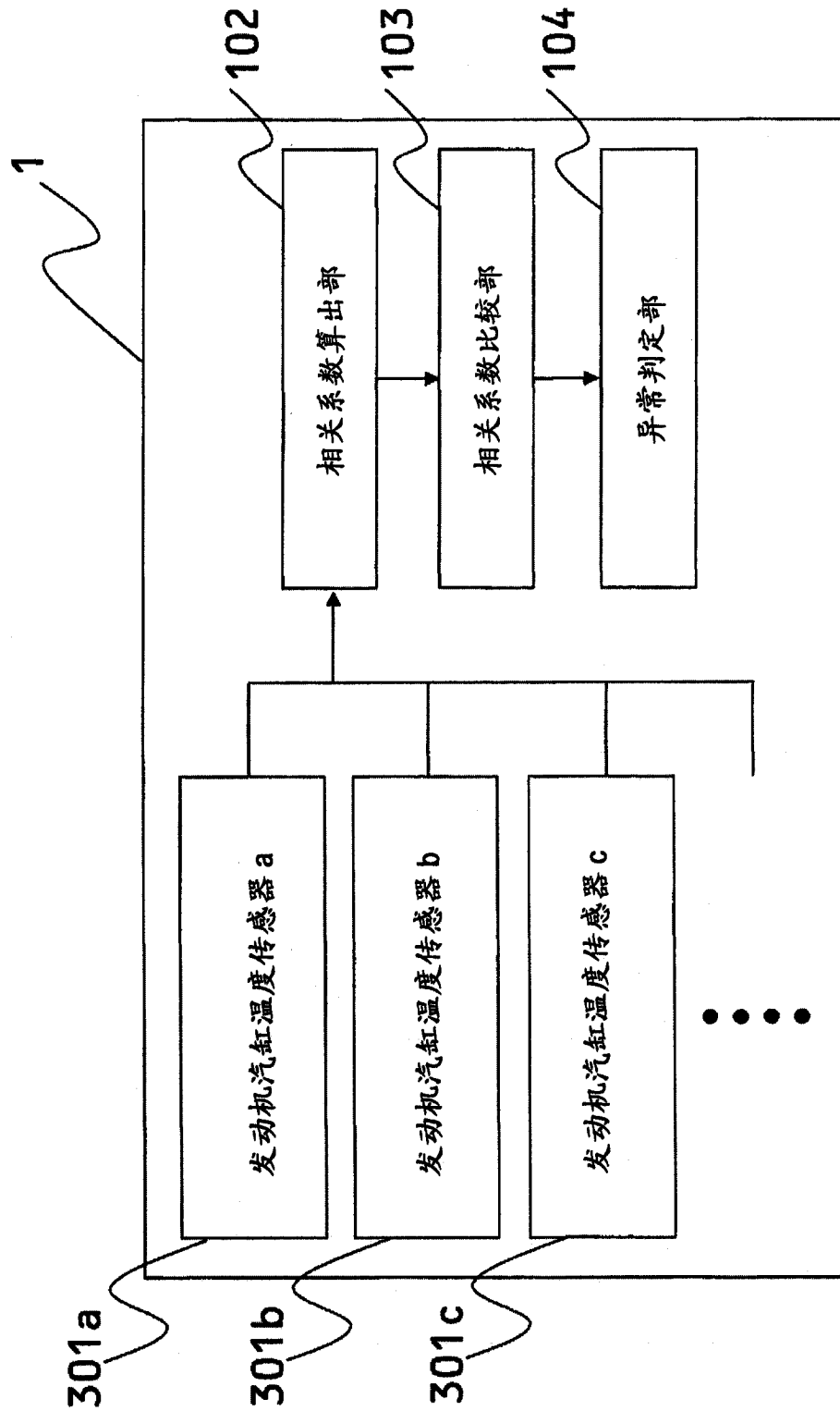


图 14

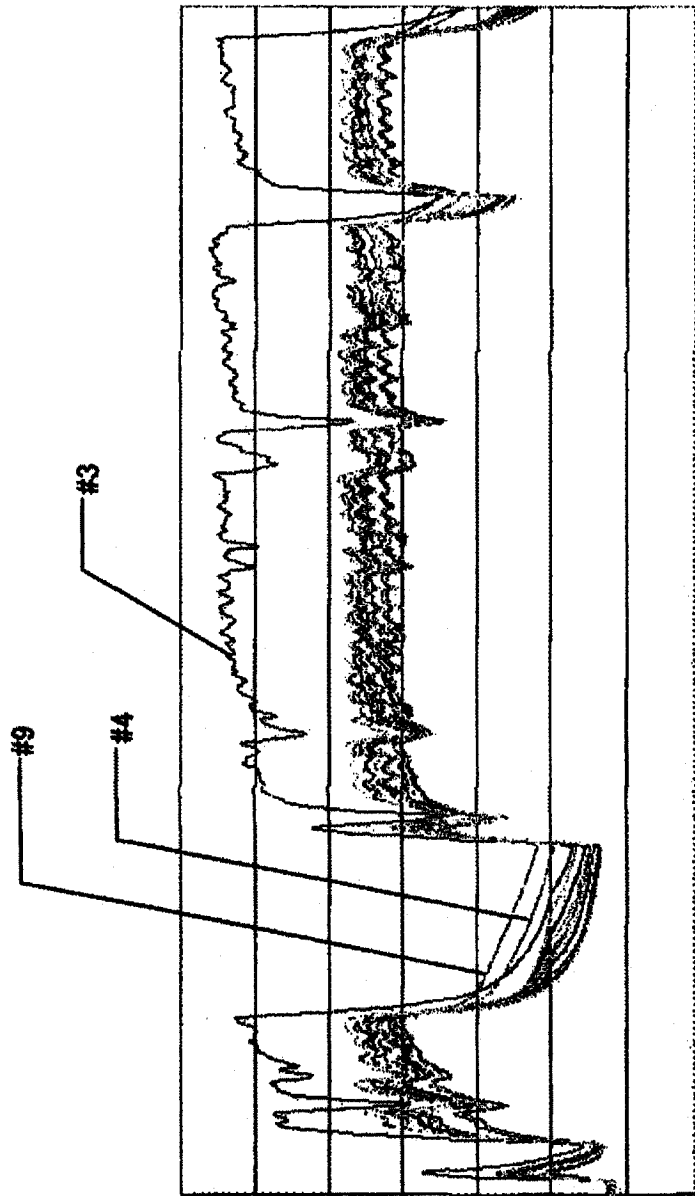


图 15

• 以相关系数进行检查

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16
#1	1.00	1.00	0.99	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
#2	1.00	1.00	0.99	0.94	1.00	0.99	1.00	1.00	0.90	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00
#3	0.99	0.99	1.00	0.95	0.99	0.99	0.99	1.00	0.92	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99
#4	0.95	0.94	0.95	1.00	0.95	0.97	0.96	0.96	0.99	0.97	0.94	0.96	0.96	0.95	0.97	0.96
#5	1.00	1.00	0.99	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
#6	1.00	0.99	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#7	1.00	1.00	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#8	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#9	0.92	0.90	0.92	0.99	0.91	0.94	0.93	0.92	1.00	0.94	0.90	0.93	0.93	0.91	0.95	0.92
#10	1.00	0.99	0.99	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#11	1.00	1.00	0.99	0.94	1.00	0.99	1.00	1.00	0.90	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00
#12	1.00	0.99	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#13	1.00	0.99	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#14	1.00	1.00	0.99	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00
#15	0.99	0.99	0.99	0.97	0.99	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
#16	1.00	1.00	0.99	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

图 16

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16
#1	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
#2	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
#3	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
#4	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
#5	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#7	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#8	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#9	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
#10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#11	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#12	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#13	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#14	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
#16	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	7	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
	0%	0%	0%	41%	0%	0%	0%	0%	94%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

图 17

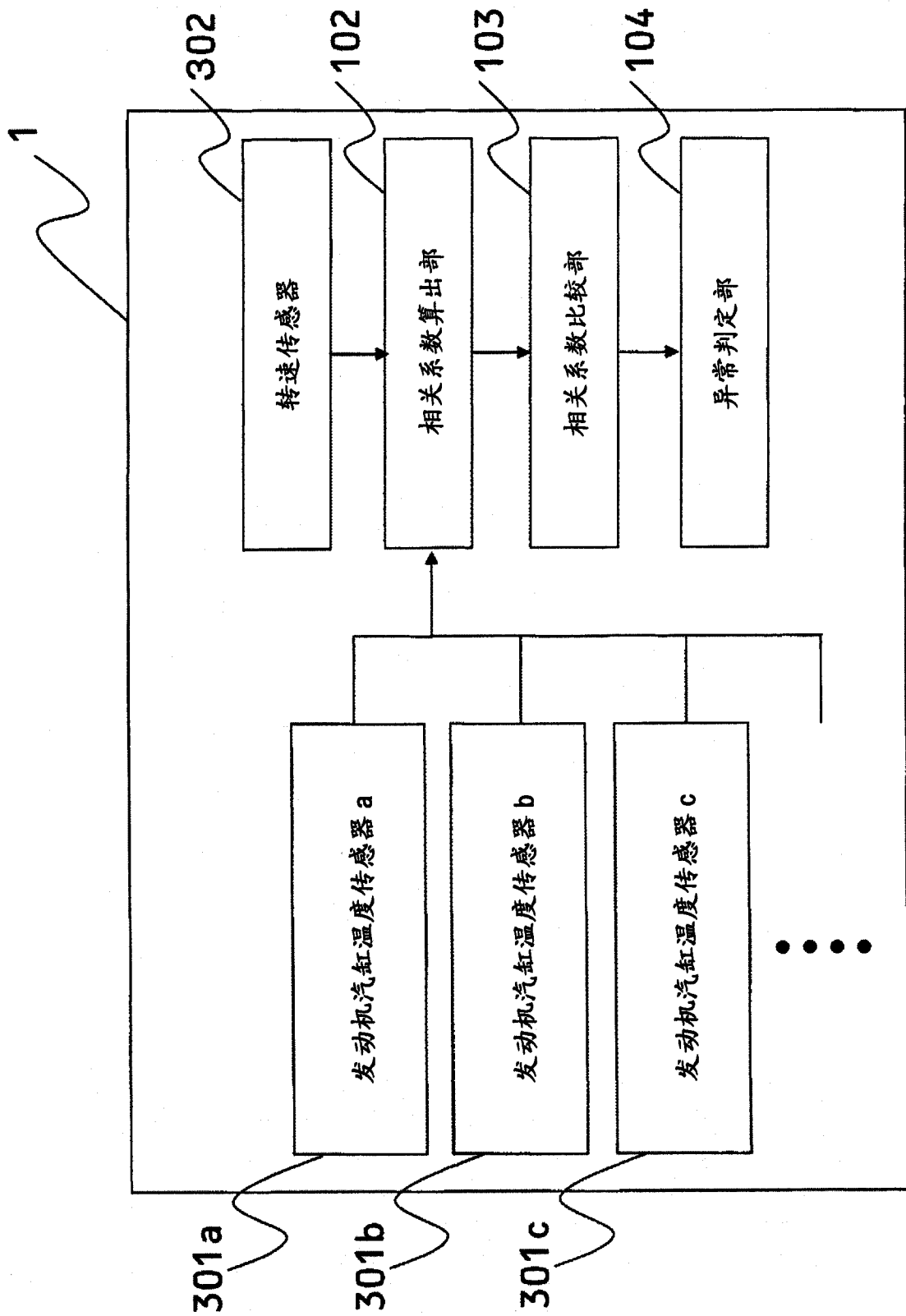


图 18

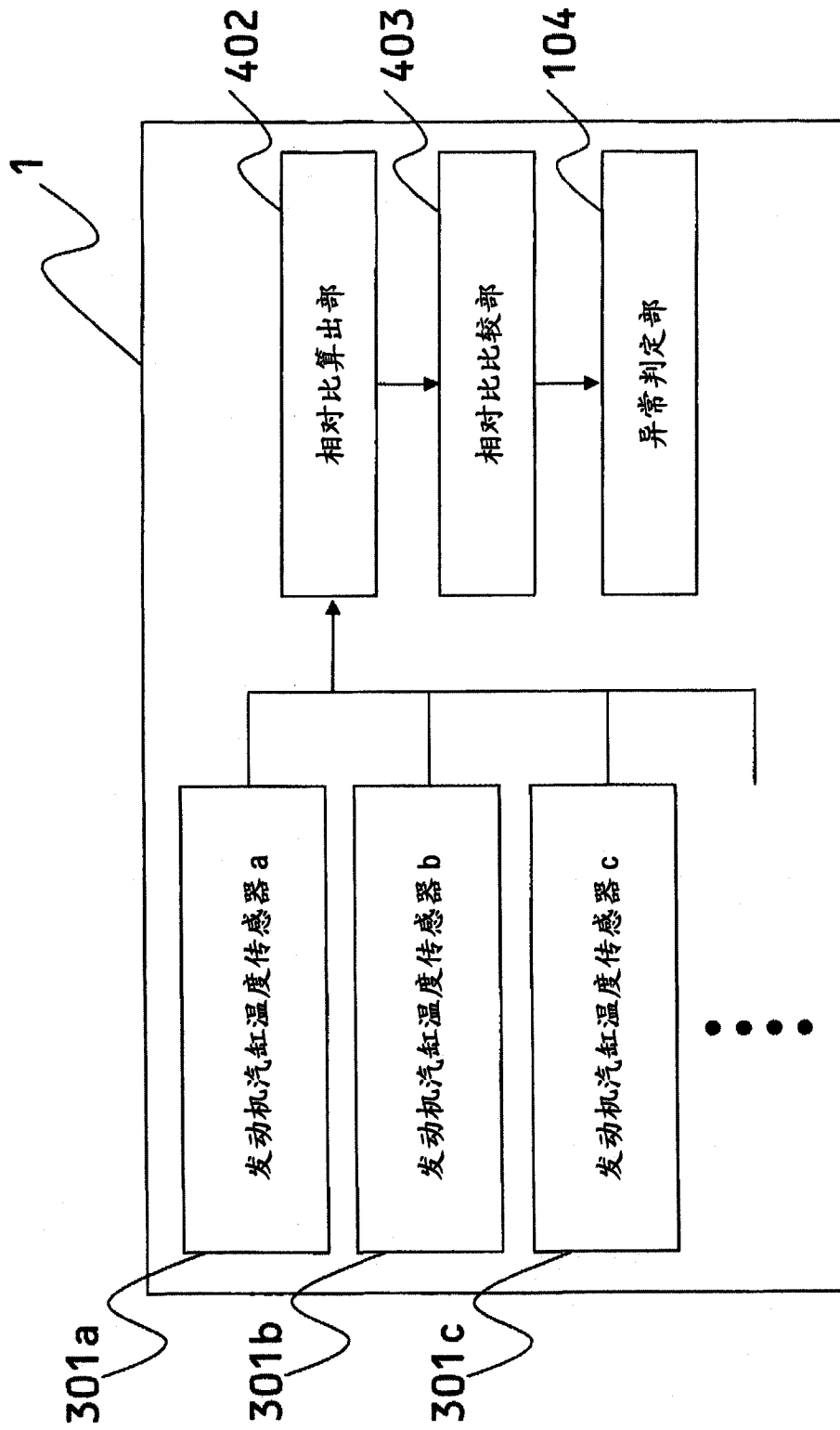


图 19

·以值的比进行检查

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16
#1	1.00	1.02	1.37	1.01	0.93	1.02	0.94	1.03	1.06	1.01	1.02	1.06	0.98	1.06	1.01	0.92
#2	0.98	1.00	1.34	1.00	0.91	1.00	0.92	1.01	1.04	0.99	1.00	1.04	0.96	1.03	0.99	0.90
#3	0.73	0.75	1.00	0.75	0.68	0.75	0.69	0.75	0.78	0.74	0.75	0.78	0.72	0.77	0.74	0.67
#4	1.01	1.03	1.38	1.00	0.94	1.02	0.94	1.03	1.03	1.02	1.02	1.06	0.98	1.06	1.00	0.92
#5	1.07	1.10	1.47	1.09	1.00	1.10	1.01	1.10	1.13	1.09	1.09	1.13	1.05	1.13	1.08	0.98
#6	0.98	1.00	1.34	0.99	0.91	1.00	0.92	1.01	1.03	0.99	1.00	1.04	0.96	1.03	0.98	0.90
#7	1.07	1.09	1.46	1.07	1.00	1.09	1.00	1.10	1.12	1.08	1.08	1.13	1.04	1.13	1.07	0.98
#8	0.97	0.99	1.33	0.98	0.91	0.99	0.91	1.00	1.02	0.99	0.99	1.03	0.95	1.03	0.98	0.89
#9	0.98	1.00	1.34	0.97	0.91	0.99	0.91	1.01	1.00	0.99	0.99	1.03	0.95	1.03	0.97	0.89
#10	0.99	1.01	1.35	1.00	0.92	1.01	0.93	1.02	1.04	1.00	1.00	1.04	0.97	1.04	0.99	0.90
#11	0.98	1.01	1.35	1.00	0.92	1.01	0.92	1.01	1.04	1.00	1.00	1.04	0.96	1.04	0.99	0.90
#12	0.95	0.97	1.30	0.95	0.88	0.97	0.89	0.97	0.99	0.96	0.96	1.00	0.92	1.00	0.95	0.87
#13	1.02	1.05	1.40	1.03	0.95	1.04	0.96	1.05	1.07	1.04	1.04	1.08	1.00	1.08	1.03	0.94
#14	0.95	0.97	1.30	0.96	0.88	0.97	0.89	0.97	1.00	0.96	0.96	1.00	0.93	1.00	0.95	0.87
#15	1.00	1.02	1.37	1.00	0.93	1.02	0.94	1.03	1.04	1.01	1.02	1.06	0.98	1.06	1.00	0.92
#16	1.09	1.12	1.49	1.11	1.02	1.12	1.03	1.12	1.15	1.11	1.11	1.16	1.07	1.15	1.10	1.00

图 20

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12	#13	#14	#15	#16
#1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

图 21

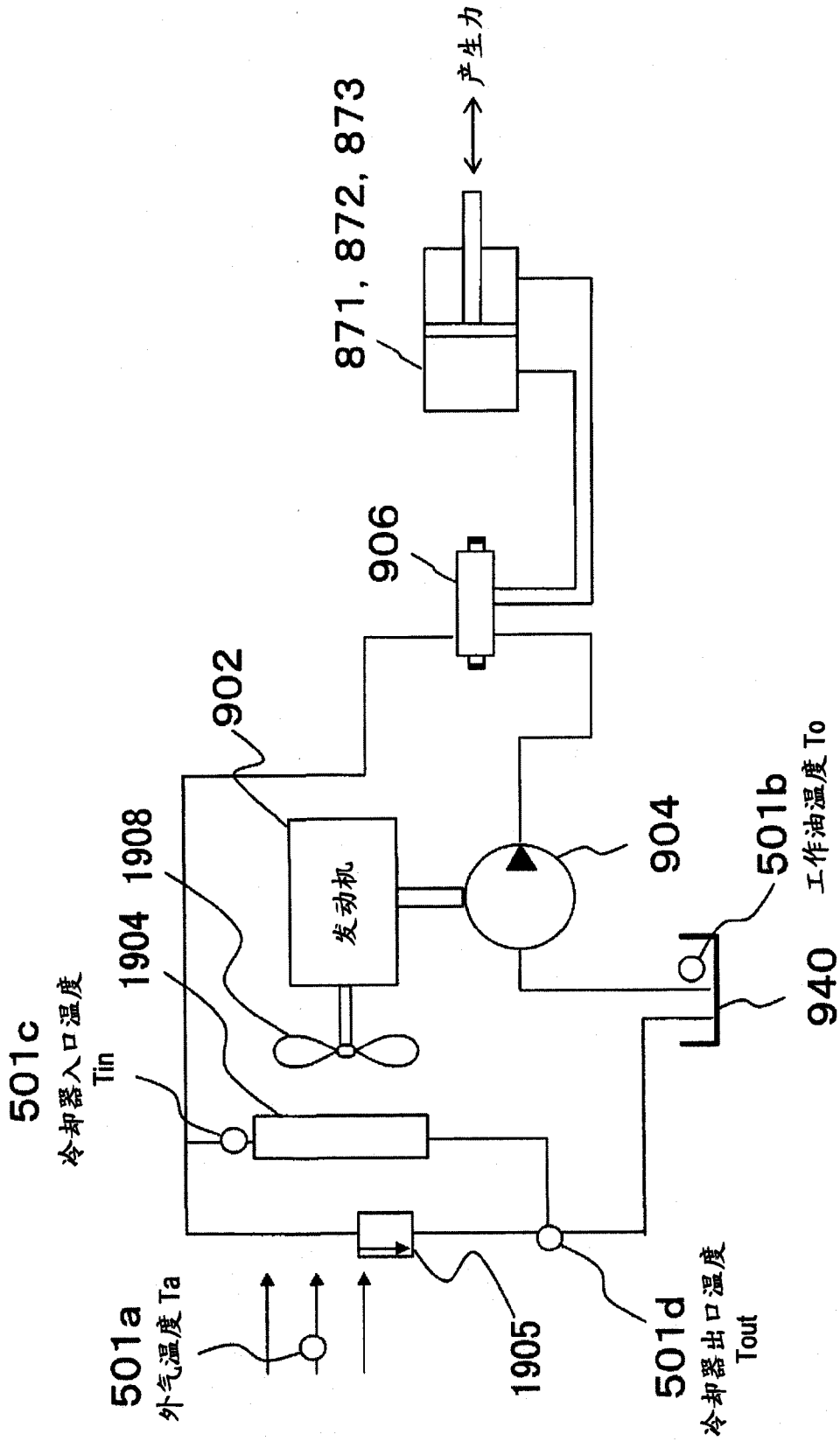


图 22

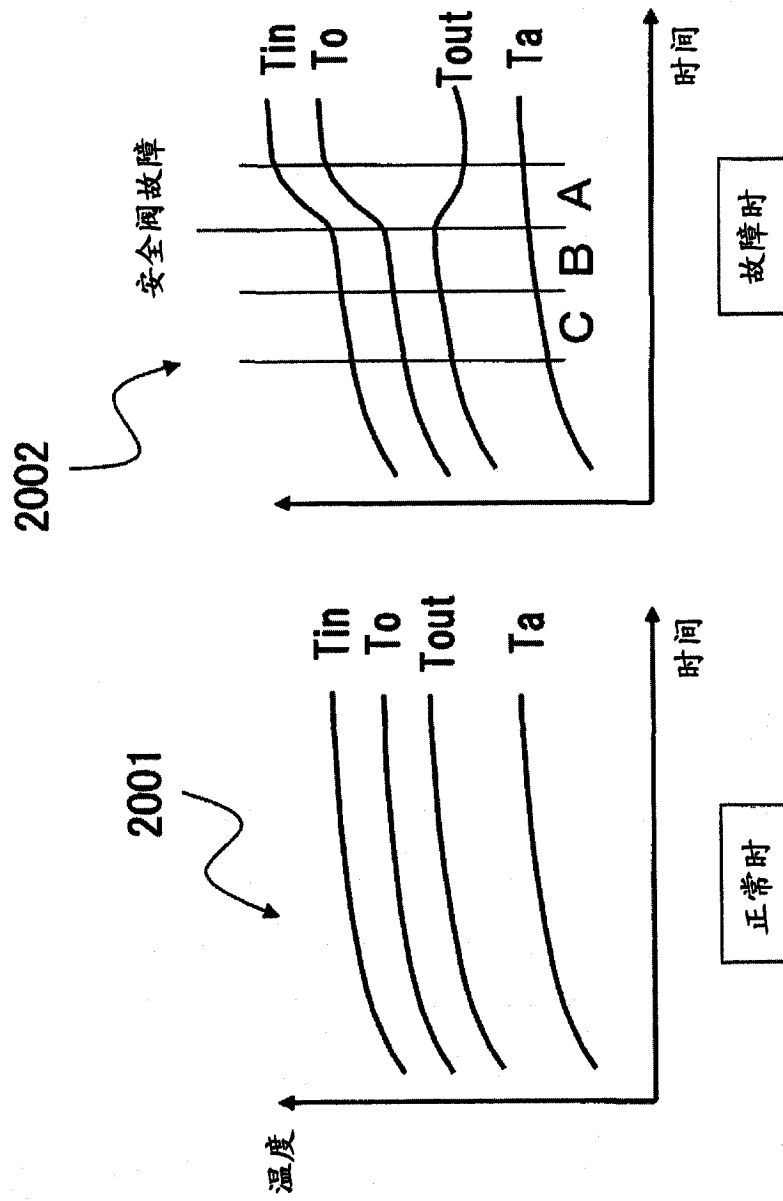


图 23

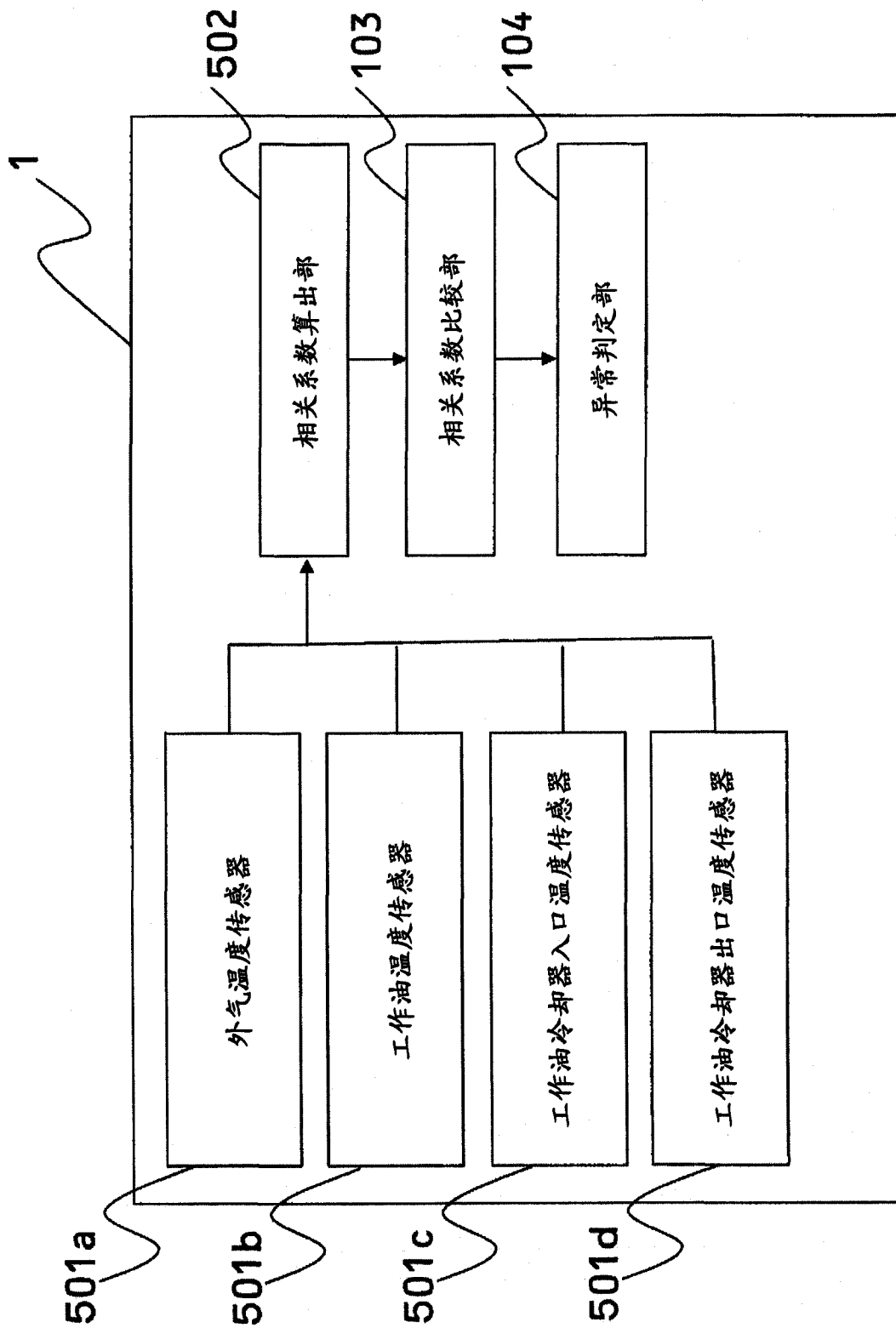


图 24

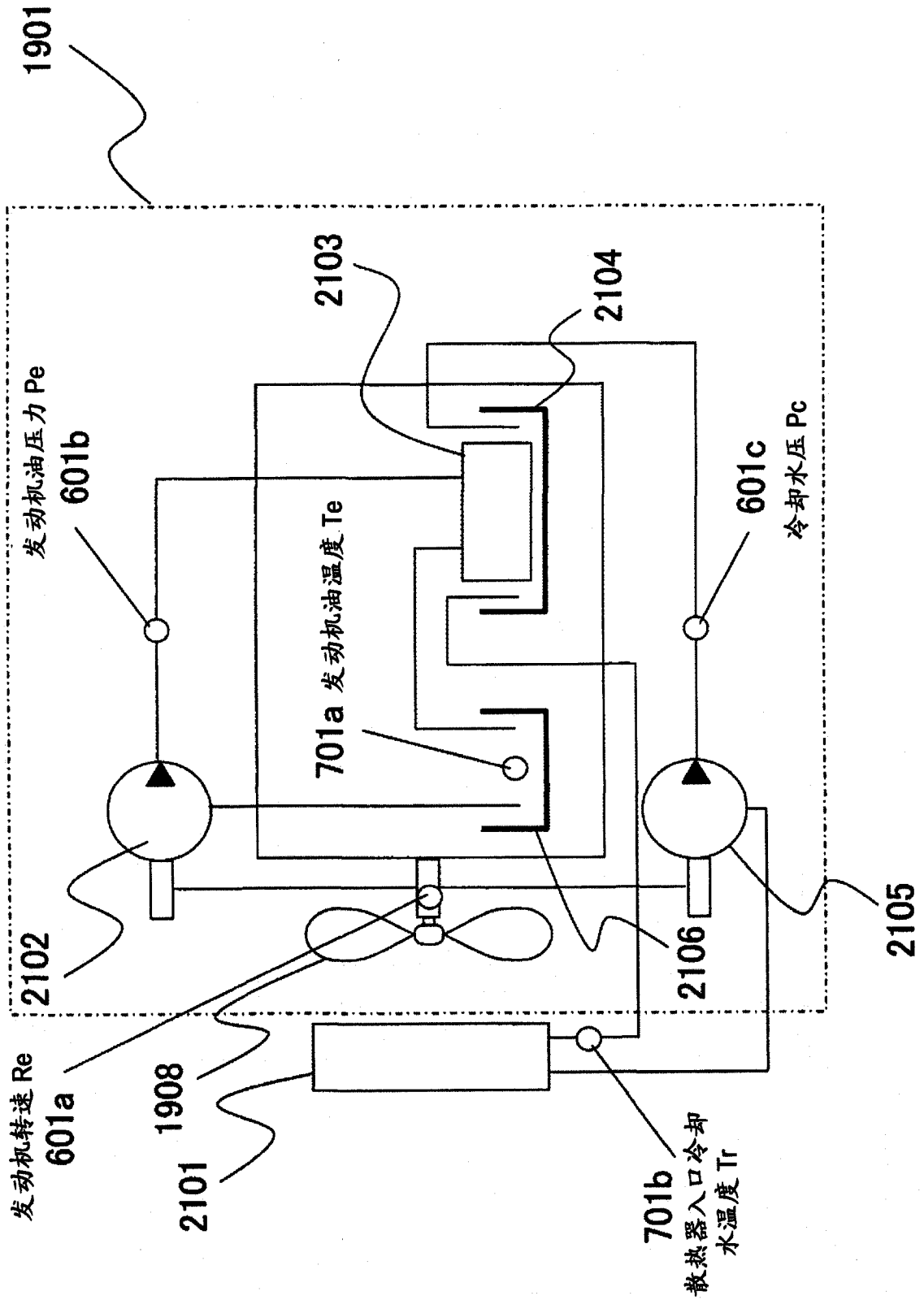


图 25

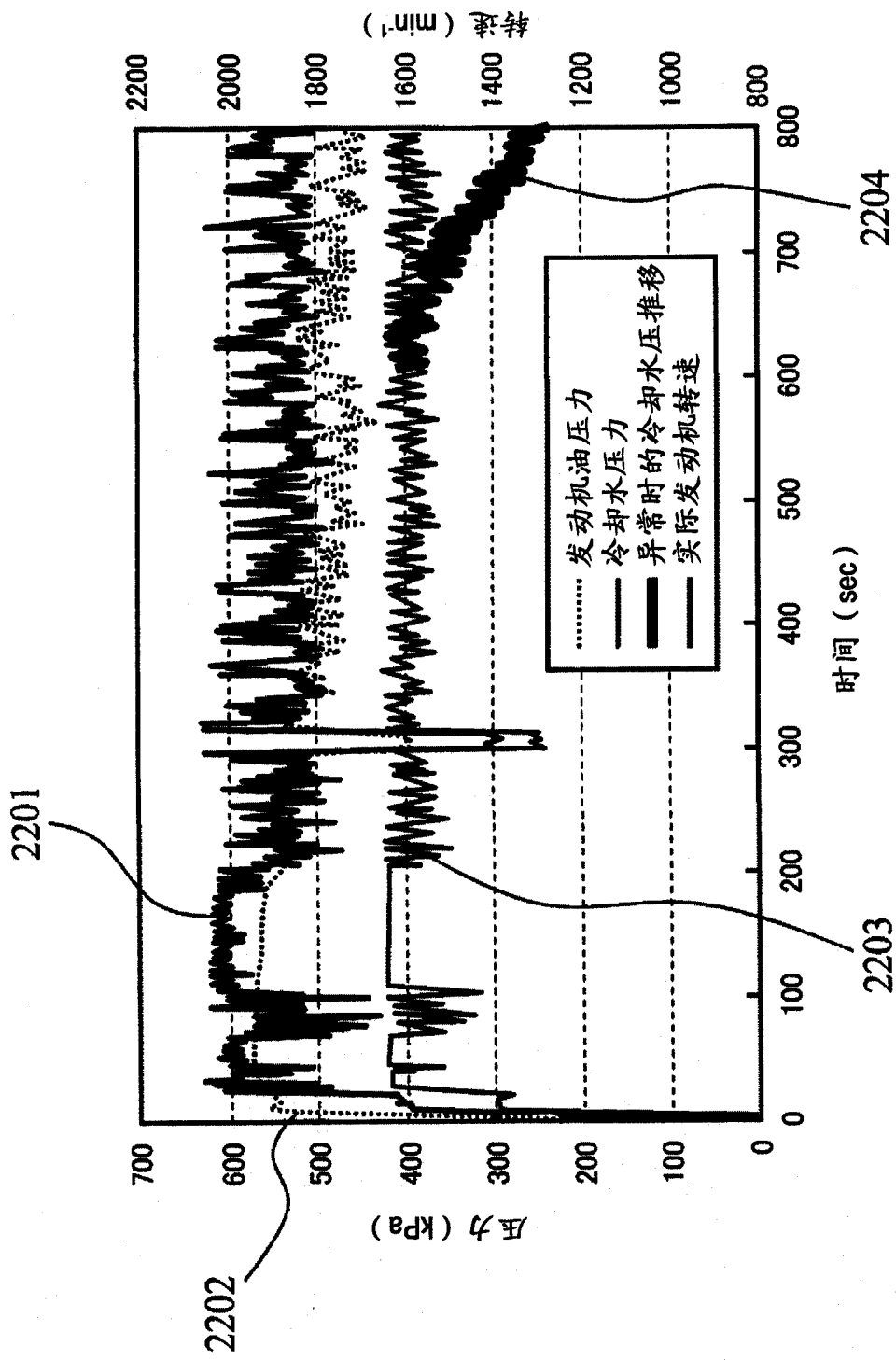


图 26

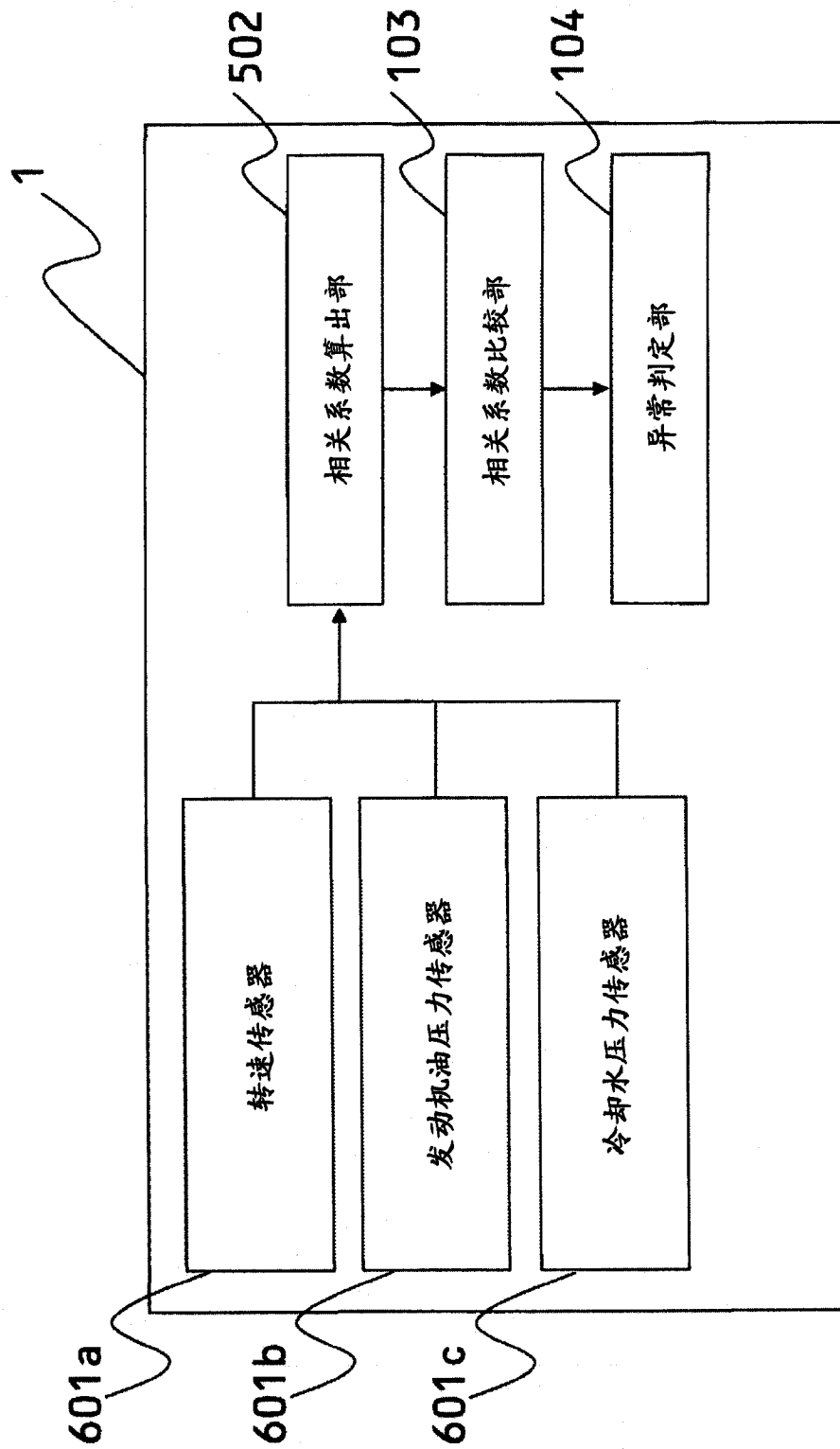


图 27

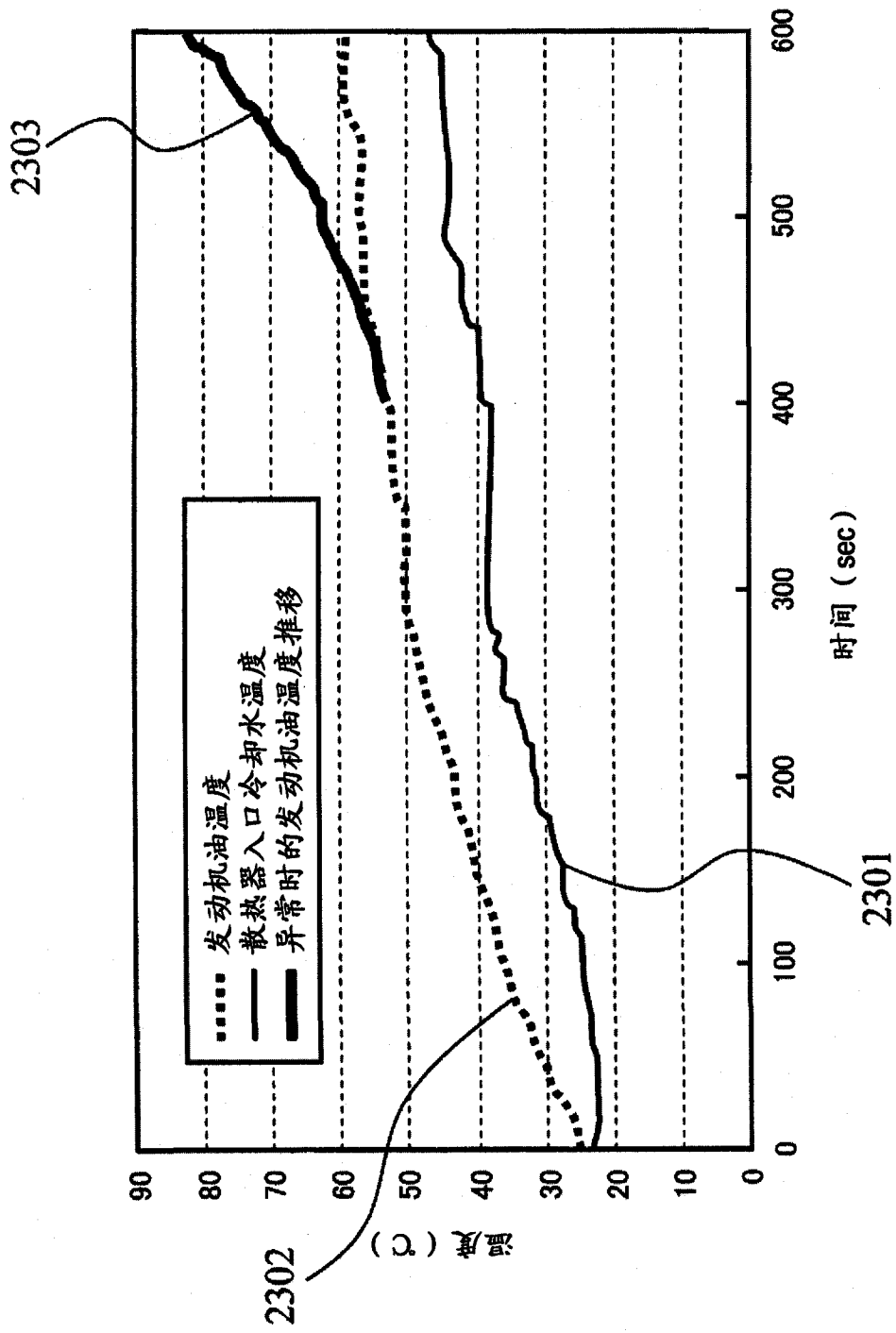


图 28

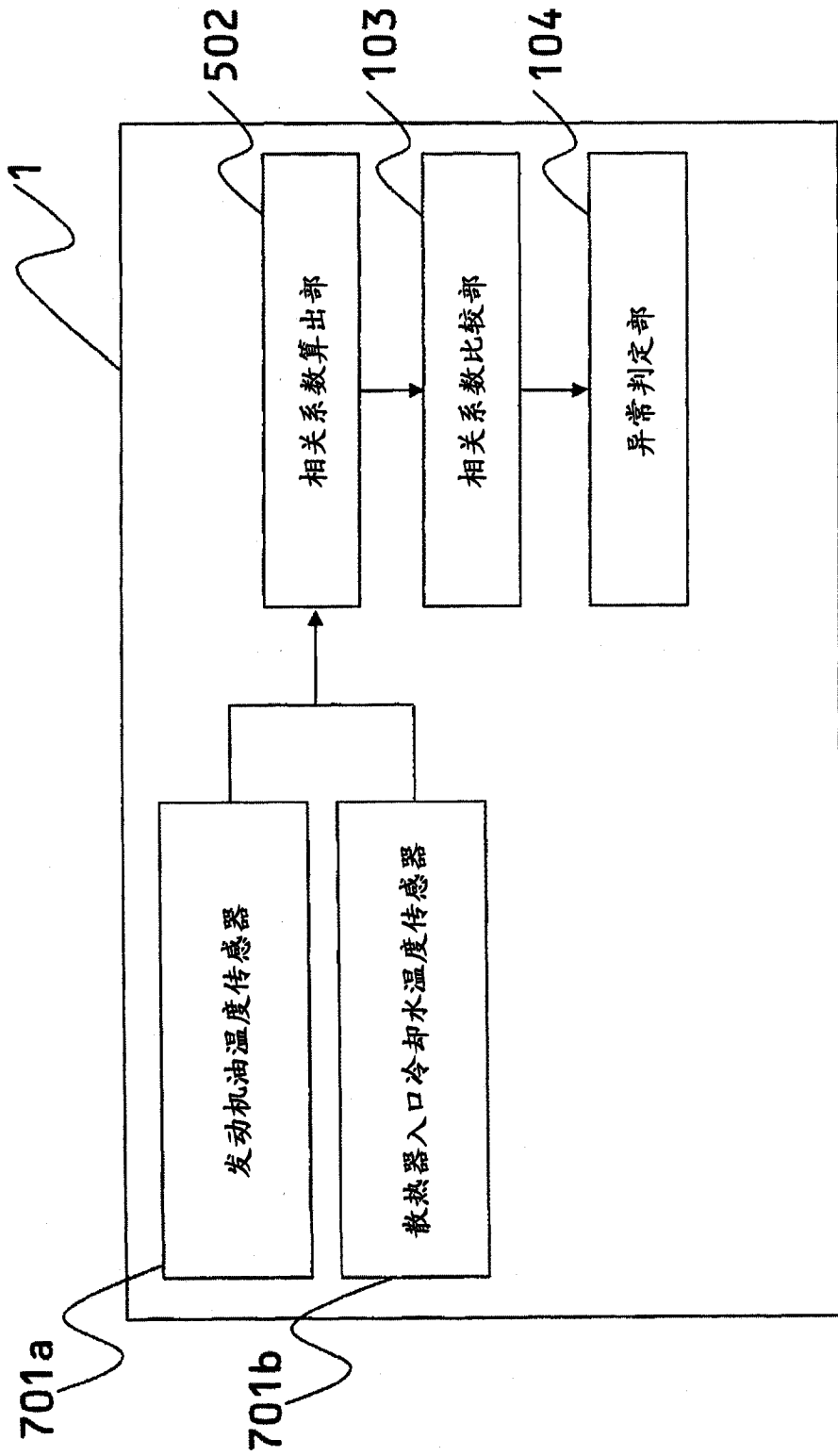


图 29